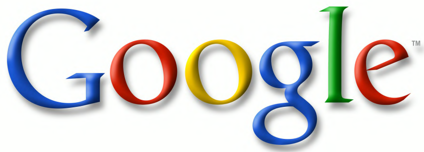

Google



BOLETÍN

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO

DE

ESPAÑA

TOMO XVII

(Año 1890)

MADRID
IMPRENTA Y FUNDICIÓN DE MANUEL TELLO
IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.
Don Evaristo, 8
1891

La Comisión del Mapa geológico de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus MEMORIAS *y* BOLETÍN *son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.*

Artículo 1.° Los estudios y trabajos para la formación del Mapa geológico de España se llevarán á cabo por todos los Ingenieros del Cuerpo de Minas simultáneamente.

Artículo 2.° Queda encomendada á la Junta superior facultativa de Minería la alta inspección de los trabajos del Mapa geológico, para lo cual se creará en ella una Sección especial.

Artículo 4.° Existirá una Comisión, compuesta de Ingenieros de Minas, exclusivamente dedicada á la formación del Mapa geológico de España, ya reuniendo, ya ordenando y rectificando los trabajos que fuera de ella se hagan y los datos que se la remitan, ya practicando los estudios que le compete ejecutar por sí misma.

Artículo 5.° Formarán parte de la Comisión los Profesores de las asignaturas de Geología, Paleontología, Mineralogía y Química analítica y Docimasia de la Escuela especial de Minas.

(Decreto del Gobierno de la República de 28 de Marzo de 1873.)

PERSONAL

DE LA

COMISIÓN EJECUTIVA DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA.

Excmo. Sr. D. Manuel Fernández de Castro. *(Director.)*
Sr. D. Justo Egozcue y Cia. *(Subdirector.)*
Gregorio Esteban de la Reguera. *(Secretario.)*
Daniel de Cortázar.
Joaquín Gonzalo y Tarín.
Lucas Mallada.
Pedro Palacios.
Gabriel Puig.
Rafael Sánchez Lozano.

PROFESORES DE LA ESCUELA ESPECIAL DE MINAS,
AGREGADOS Á LA COMISIÓN.

Sr. D. José Giménez y Frías.
José Maureta.
Ramón Pellico y Molinillo.

La publicación de este Boletín está autorizada por orden de la Dirección general de Obras públicas, Agricultura, Industria y Comercio, fecha 30 de Junio de 1873, por la que se dispuso entre otras cosas:

1.° Que el Director de la Comisión del Mapa geológico de España pueda publicar las memorias, mapas, descripciones y noticias geológicas que juzgue oportuno, en cuadernos periódicos, en análoga forma á la de los Boletines y Memorias de las Sociedades geológicas de Londres y de Francia.

2.° Que la Comisión establezca la venta y subscripción de sus producciones, á fin de que los recursos que así se obtengan se inviertan en los gastos de la publicación.

3.° Que la Dirección general proponga oportunamente la subscripción oficial á un cierto número de ejemplares, como medio de auxiliar trabajos tan importantes.

BOLETÍN

DE LA

COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

PRÓLOGO.

En el prólogo del tomo XVI de este BOLETÍN, correspondiente al año de 1889, impreso en 1890, dijimos que, comenzada la estampación de las dos ediciones del Mapa geológico de España, circularían ejemplares completos de dicha obra antes de que terminara el año de 1891, si no surgía algún contratiempo imprevisto. Más de un motivo ha habido en realidad para que no se cumpliera nuestro propósito en el plazo fijado; y, sin embargo, todavía esperamos que en cuanto á la edición en 16 hojas se realice lo que anunciábamos, pues se han publicado ya catorce y quedan aún dos meses hasta fin del año para estampar las dos que faltan. Ya estarían impresas si no hubiéramos querido introducir en sus borradores las modificaciones que necesariamente habían de ocasionar los estudios practicados en la campaña del último verano, porque no está de más repetir lo que ya otras veces hemos dicho: el Mapa geológico de España es una obra en curso de ejecución, que para tener carácter definitivo necesi-

taría llevar tantos años por lo menos como el de Inglaterra ó el de Francia, comenzados en 1818 y 1825 respectivamente, y en los cuales se trabaja aún. Por esto las hojas que ahora repartimos sólo representan el estado actual de nuestros estudios, que irán modificándose á medida que se vaya adelantando en los que más detenidamente van haciéndose de cada provincia y que no se perfeccionarán hasta que se acometa el trazado del Mapa geológico detallado, tal como al presente están haciéndolo Francia, Bélgica y otros países.

Pero, aparte de la razón indicada, hay otra más poderosa, que en todo caso justificaría el que el trabajo de que hablamos no se hallase terminado para la fecha referida, y por cierto que debemos felicitarnos del motivo que la origina y que vamos á señalar: No era posible dar á luz el Mapa geológico de España sin que se comprendieran en él la parte de la Península que corresponde á Portugal y la porción francesa de los Pirineos; porque la geología, ó sea la historia física de La Tierra, menos sujeta á mudanzas que la política, ó mejor dicho, necesitando muchos miles de años para sus cambios, no puede tener en cuenta las caprichosas líneas que de vez en cuando le place al hombre trazar para constituir las naciones; y sería en realidad deficiente para España un mapa que dejara en claro una parte cualquiera de la extensa región que circundan casi por completo el Océano y el Mediterráneo. Limitados nuestros trabajos al territorio propio, no contábamos para indicar la geología del vecino reino sino con el Mapa publicado en 1876 por los Sres. Ribeiro y Delgado, y de él nos valimos, en efecto, para trazar los límites de las formaciones que constituyen el suelo de Portugal; pero al juntar los trabajos ejecutados por los geólogos de uno y otro país, hubimos de notar que no concordaban en toda la extensión de su dilatada frontera. Natural parecía intentar el acuerdo; y antes de proceder á un reconocimiento y estudio internacional realizado

por ingenieros de ambos países, quisimos ensayar otro sistema que diera el mismo resultado, sin las dilaciones consiguientes al formalismo oficial. Como la ciencia es cosmopolita; como los hombres que cultivan una misma especialidad se sienten atraídos y dispuestos á agruparse sin tener en cuenta la nacionalidad, y como de ese concurso no puede venir ningún mal á los países cuyos hijos se reunen para cambiar liberalmente sus ideas y contribuir juntos al progreso universal, concebimos la esperanza de que yendo uno de los individuos de la Comisión del Mapa geológico de España á entenderse con los de la Comisión de Trabajos geológicos de Portugal, se lograría el objeto apetecido; y con efecto, el ingeniero de Minas D. Gabriel Puig, provisto de los antecedentes é instrucciones necesarias, fué recibido por el Sr. Joaquim Felipe Neri Delgado, Director de la Comisión portuguesa, con la misma cordialidad con que ya anteriormente se habían encontrado en Madrid y en Lisboa los jefes é ingenieros de ambos establecimientos; y después de varias y detenidas conferencias se llegó, no sólo á un acuerdo en la manera de representar los terrenos en la frontera de ambos países, sino que mediante los buenos oficios de los Directores generales de Industria y Comercio, y de Obras públicas y Minas del vecino reino, y los del Enviado extraordinario y Ministro plenipotenciario de S. M. C., la Comisión geológica de España ha obtenido la autorización y los datos para hacer constar, en el mapa que actualmente publica, los trabajos correspondientes á Portugal, tales como los han trazado últimamente los ilustrados geólogos que componen aquel centro oficial; de manera que bien podría denominarse Mapa geológico de España y Portugal, y así lo titularíamos si altas y poderosas razones de carácter político y científico no lo impidieran. Pero por eso mismo son mayores los motivos que tenemos para consignar aquí el testimonio de gratitud que debemos al Excmo. Sr. Don Pedro Méndez Vigo, nuestro digno Enviado extraordinario

y Ministro plenipotenciario, como á los Ilmos. y Excelentísimos Consejeros Sres. Ernesto Madeira Pinto y Bento Fortunato dé Moura Coutinho d'Almeida d'Eça, Directores generales de Industria y Comercio, y de Obras públicas y Minas en Portugal.

Por breve que haya sido el procedimiento empleado para conseguir resultado tan satisfactorio y para introducir en nuestro Mapa geológico una mejora tan considerable, ha exigido algún tiempo, y no menor es el que se ha empleado en trazar de nuevo las hojas 5.ª, 9.ª y 13.ª, que ocupan casi exclusivamente el territorio portugués. La suma de ambos representa el retraso experimentado en la estampación de las que aún no han salido á luz, y asimismo será necesario repetir la de la 6.ª ó primera de las que repartimos, en la cual penetra un poco la provincia de Tras os Montes, cuyo trazado actual varía del que tenía el mapa de los Sres. Ribeiro y Delgado, á que nos atuvimos cuando comenzó la publicación del nuestro.

El de conjunto, en escala de 1 : 1.500.000, que se dejó en suspenso hasta la vuelta de nuestro comisionado á Portugal, se halla ya en poder del litógrafo y no tardará en publicarse.

Después de lo dicho acerca del Mapa geológico, indiquemos cuál es el contenido del presente tomo del BOLETÍN, que es el XVII de la colección.

El primer trabajo inserto en él es la *Descripción física y geológica de la provincia de Segovia* por D. Daniel de Cortázar, que por sí sola ocupa 235 páginas. Tanto por su extensión como por la manera con que se tratan los asuntos que la constituyen, hubiera podido figurar en la colección de *Memorias*, que forman serie aparte y donde se encuentran descripciones menos completas de otras provincias. Consideraciones de naturaleza diversa justifican, sin embargo, la resolución tomada por el autor y por el Jefe de la Comisión del Mapa para incluir este trabajo en

el BOLETÍN. Cuando en 1.° de Julio de 1874 dábamos cuenta á la Dirección general de Agricultura, Industria y Comercio del estado de los trabajos y del material de la Comisión, decíamos, al tratar de la de Segovia, «que esta provincia había sido perfectamente estudiada por el eminente geólogo D. Casiano de Prado, quien había dejado un *Mapa geológico en bosquejo*, trazado en 1853 y publicado en 1855, con una descripción que, aunque ligera, daba idea completa de la constitución geológica de la provincia.» Así lo creíamos, y en virtud de ello era nuestro propósito que se publicaran antes que la de aquélla las descripciones de otras provincias cuyo estudio estaba más atrasado; pero al recorrer el Sr. de Cortázar el territorio segoviano con objeto de armonizar su trazado con el de los inmediatos, en que se habían verificado los estudios indispensables para poder publicar la primera edición del Mapa geológico general de España, tuvo ocasión de convencerse de que, no obstante la reconocida competencia del Sr. de Prado, y la escrupulosidad con que ejecutó siempre sus trabajos, el mapa de Segovia de 1855 exigía reformas de cierta importancia; entre otras causas, porque su autor no se propuso dar entonces más que un avance, con intención, sin duda, de perfeccionarlo después, como había hecho con el de la provincia de Madrid en 1853, que después amplió convirtiéndolo en el mapa que acompaña á su *Descripción física y geológica*, impresa en 1864; pero como no llegó á realizarlo y en el General de España se hacen subdivisiones que no existían en los anteriores referentes á diversas comarcas, todo esto justifica el trabajo del Sr. de Cortázar, que, en efecto, aparte de la mayor exactitud en la limitación de los terrenos, se ofrece más detallado, en el mero hecho de presentar separados el granito del terreno Estrato-cristalino y el Cambriano del Siluriano.

Agrégase á esto que, al recorrer la provincia, el autor acopió los materiales necesarios para hacer una descrip-

ción tal como aparece en el presente volumen, constituyendo un trabajo enteramente nuevo y mucho más completo que el que existía, y vendremos á parar á nuestro punto de partida, es decir á que pudiera ó más bien debiera hallarse incluído en la colección de Memorias; pero el Sr. de Cortázar, por efecto de modestia y de respeto á D. Casiano de Prado, y el Director de la Comisión, por el deseo de conciliar los recursos pecuniarios de ésta con el de no retardar la publicación de las descripciones geológicas de las provincias, acordaron insertar la de que se trata en el BOLETÍN, donde suelen tener cabida las de aquéllas que han sido descritas anteriormente con alguna extensión, ó cuyos autores tienen elementos para ampliarlas y se proponen hacerlo más adelante: ejemplo de uno y otro caso son las descripciones geológicas de Teruel, del mismo Sr. de Cortázar, y de Gerona y Tarragona, de los Sres. Vidal y Mallada.

Considera el Sr. de Cortázar, en la primera parte de las dos en que divide su estudio, ó sea en la *Descripción física*, constituyendo párrafos extensos, verdaderos capítulos, la Situación y linderos de la provincia, su Orografía, Hidrografía, Climatología, Población y Riqueza y su Agricultura. En la *Descripción geológica*, que forma la segunda parte, considera las rocas Hipogénicas y los sistemas Estrato-cristalino, Cambriano, Siluriano, Triásico, Cretáceo, Mioceno y Diluvial; subdividiéndose cada uno de estos capítulos en párrafos donde se dan á conocer separadamente los datos locales y el origen, transformaciones y usos de las rocas correspondientes á cada sistema. Después de un extenso catálogo descriptivo de las rocas reconocidas y recogidas en la provincia, termina la *Memoria* con una Nota acerca de la Minería, que comprende algunas noticias sobre las explotaciones romanas, las concesiones mineras de los siglos XV al XVIII, los registros del presente y los datos estadísticos desde 1860 hasta la fecha.

Sigue á la *Memoria* del Sr. de Cortázar una Nota de Don

Salvador Calderón y Arana, titulada: *Edad geológica de los terrenos del territorio de Morón de la Frontera*, en que el docto Catedrático de la Universidad de Sevilla expone las dificultades con que lucha el geólogo en España para determinar la edad de las capas de los terrenos con la precisión á que llegan los extranjeros en sus trabajos estratigráficos; no obstante lo cual, ha logrado determinar las de la citada localidad, que, según parece, pertenecen al Lías y al Eoceno. El Sr. Calderón apoya sus deducciones con un corte esquemático de la sierra de Esparteros; describe separadamente las cinco especies de rocas que constituyen dichos terrenos, y enumera los fósiles que contienen y los caracterizan.

Alude incidentalmente el Sr. Calderón en esa Nota á otro trabajo suyo, más extenso, acerca de *La región epigénica de Andalucía y el origen de sus ofitas*, que únicamente se ha publicado en el *Bulletin de la Societé géologique de France;* y como, por más que ésta sea una obra muy conocida, no circula lo que debiera entre nuestros naturalistas é ingenieros, y el escrito á que nos referimos ofrece gran interés por la novedad de las ideas que en él emite su autor para explicar el origen de aquellas famosas rocas, que tanto han dado que hacer á los geólogos desde que Palassou describió las que se encuentran en los Pirineos, nos ha parecido pertinente insertarlo también en este tomo, consecuentes con el propósito que venimos realizando hace diez y ocho años de consignar en las páginas de esta publicación todos aquellos escritos ajenos á la Comisión ó que no se le remiten directamente, y que, no habiéndose publicado sino en lengua extranjera, contribuyen al conocimiento de nuestro suelo.

En el tomo anterior á éste se dió principio á la publicación de los *Estudios relativos al terremoto ocurrido en Andalucía el 25 de Diciembre de* 1884 *y á la constitución geológica del suelo conmovido por las sacudidas;* estudios efectuados por una Comisión destinada al efecto por la

Academia de Ciencias de París, presidida por M. Fouqué, é insertos en el tomo XXX de las Memorias de dicha Academia. Allí dijimos que la gran extensión de ese trabajo nos ponía en la necesidad de irlo insertando sucesivamente en varios tomos de nuestro BOLETÍN, para lo cual favorecía la circunstancia de estar dividido en diferentes memorias ó tratados. Insertos en el referido tomo XVI los dos primeros escritos, en que se trata de los terremotos de Andalucía, los demás están dedicados al estudio puramente geológico de diferentes comarcas de la vasta región en que se hicieron sentir los temblores de tierra, y de ellos tócales ahora el turno á dos extensos é importantísimos trabajos, debidos, el primero, á los Sres. Charles Barrois y Albert Offret, quienes, con el título de *Estudios geológicos del Sur de Andalucía entre las sierras Tejeda y Nevada*, dan cuenta de sus minuciosas y concienzudas observaciones en una de las comarcas más difíciles de explorar, y en la cual habían hecho ya importantes investigaciones los ingenieros de esta Comisión, cuyos bosquejos geológicos, impresos é inéditos, se facilitaron á los naturalistas franceses, que oportunamente declaran, en la breve introducción que precede á su trabajo, el gran auxilio que encontraron en los de D. Federico de Botella y D. Joaquín Gonzalo, de cuyas apreciaciones han diferido poco. Los Sres. Barrois y Offret dividen su *Memoria* en dos partes, tratando en la primera de la *Estratigrafía* y en la segunda de la *Petrografía*, cada una de las cuales dividen en dos capítulos, á fin de considerar separadamente, en los concernientes á la primera, las descripciones geológicas de los montes de Vélez-Málaga y sierra Nevada y de la descripción estratigráfica general de la cordillera Bética, así como en los de la segunda parte estudian sucesivamente las rocas en filón y las sedimentarias cristalinas.

El segundo de los referidos trabajos es el *Estudio de la serranía de Ronda* por los Sres. Michel-Lévy y Bergeron, y éste, tras una *Descripción general* de la comarca, se di-

vide en cinco partes, de las cuales comprende la primera, distribuída en tres capítulos, primero el estudio estratigráfico y después el petrológico de los Gneises y Micacitas, Micacitas cristalíferas y Pizarras arcáicas y cambrianas; mientras que en la segunda, titulada *Rocas eruptivas*, se estudian las Neritas, Lerzolitas, Serpentinas, Dioritas, Granulitas, Melafiros (Espilitas), Porfiritas y Diabasas de estructura ofítica. La parte tercera la dedican los autores á los *Terrenos sedimentarios posteriores al Cambriano*, tratando separadamente en siete capítulos sucesivos los Permiano, Triásico, Jurásico, Cretáceo, Numulítico, Mioceno y Plioceno, que es el que estudian con más extensión, señalando un número considerable de fósiles. La parte cuarta tiene por epígrafe *Paleontología*, y, en efecto, aun cuando no dan en ella más diagnosis que las de las especies ó géneros poco conocidos, ni se extienden en las sinonimias sino lo preciso para determinar el tipo á que en cada caso se refieren, comparan las formas que recogieron con las de las mismas especies ya conocidas, para deducir cuáles son las que se ofrecen en el Plioceno de la región andaluza, las cuales casi llegan á 120. La parte quinta es una copiosa *Noticia bibliográfica relativa á la serranía de Ronda*, que comprende más de treinta números y en la que figuran los nombres de García (D. Francisco de Sales), Hausmann, Maestre, Schimper, Ezquerra, Colegno, Álvarez de Linera, de Verneuil, Collomb, de Lorière, Scharenberg, Ansted, Mac Pherson, de Orueta, Madrid Dávila, Botella, Michel-Lévy, Bergeron, Calderón, Taramelli y Mercalli; nombres que, por su número, prueban el interés científico que desde hace medio siglo ha excitado esa región entre los geólogos españoles y extranjeros, y lo concienzudo del trabajo realizado por los Sres. Michel-Lévy y Bergeron.

Acompañan á este volumen, que tiene cerca de 550 páginas, un crecido número de láminas, á saber: el mapa geológico correspondiente á la *Descripción física y geoló-*

gica de Segovia; una vista que representa la estructura globosa del granito á levante de la fábrica de loza de la capital de esa provincia; otro mapa, también geológico, de la región conmovida por los terremotos de Andalucía en 1884 y 1885; una vista de la sierra de Almijara; cinco láminas referentes al estudio petrográfico de algunas rocas, y tres que representan diversos fósiles, correspondientes todas éstas á las dos *Memorias* de la Comisión francesa antes mencionada.

Además lleva este tomo seis láminas de la *Sinopsis paleontológica de España*, del Sr. D. Lucas Mallada, con las cuales se da principio á la serie del Cretáceo superior.

DESCRIPCIÓN FÍSICA Y GEOLÓGICA

DE LA

PROVINCIA DE SEGOVIA

POR

D. DE CORTÁZAR

INGENIERO JEFE DEL CUERPO DE MINAS,
INDIVIDUO DE LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
Y CORRESPONDIENTE DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA

PRÓLOGO.

Gracias al concurso eficaz de los Auxiliares facultativos del Cuerpo de Minas, D. Natalio Carmona y D. José María Ordóñez, que nos han acompañado en nuestras excursiones por la provincia de Segovia y después nos han ayudado en el gabinete, puede este libro presentarse ante el público, por lo que es deber nuestro agradecérselo y hacerlo constar claramente, tanto más cuanto que el trabajo ha sido largo y penoso y á la postre de resultados poco brillantes, no por otra culpa que la nuestra.

Pocas comarcas contaban en España con menos estudios físico-geológicos que el territorio segoviano, y, no obstante, el conocimiento de su suelo era bastante completo, gracias á la Memoria del célebre ingeniero de Minas D. Casiano de Prado, que vió la luz en 1856, entre las de la «Comisión encargada de formar el Mapa geológico de Madrid y el general del Reino,» de cuyo trabajo el mismo Prado había publicado en el tomo XI de la segunda serie del *Bulletin de la Société géologique de France*, correspondiente á 1854, un extracto muy detallado que, traducido al español, se insertó en el tomo VI de la *Revista Minera.*

Se ocupó, pues, el ingeniero citado, durante algunos años, en dar á conocer la geología del país, en tales términos que no sólo quedaron perfectamente delineados los rasgos generales, sino que el conjunto de los detalles era de valía, por más que, como el mismo autor consignaba en su obra, «las líneas trazadas podían sufrir alguna rectificación y era necesario separar entre sí las diferentes rocas cristalinas, cosa difícil en muchísimos puntos.»

No bastaba esto, sin embargo, para lograr que la provincia de Segovia figurase entre las otras de España de que la Comisión del Mapa geológico ha publicado extensas descripciones en los últimos años,

pues todo cuanto referente á la corografía física se sabía era bien poco y estaba desperdigado en el *Diccionario geográfico* de Madoz, en la *Crónica de Segovia* de D. Luis Carreras, en el *Tratado de las fuentes minerales de España* por D. Pedro María Rubio, en las *Memorias* de Ponz y de Larruga y en la *Introducción á la Historia natural* de D. Guillermo Bowles.

El sintetizar todo esto, el corregirlo, completarlo con datos nuevos, y hacer, en fin, un trabajo detallado, es lo que nos hemos propuesto en nuestra Memoria, que consta de dos partes, á las que se une una Nota referente á la minería del país.

En la parte primera, después de fijar la situación de la tierra segoviana y señalar sus límites actuales, se estudia la orografía é hidrografía, describiendo las sierras y llanuras, los ríos y arroyos, las fuentes, las lagunas, los pozos, las aguas subterráneas y artesianas, el clima, y en dos capítulos últimos se señala la relación que la riqueza y población del país guardan con la composición geognóstica y las producciones agrícolas.

Hemos hecho el estudio geológico, segunda parte de la Memoria, señalando los diversos sistemas de rocas que se presentan en aquella región; estableciendo los caracteres generales de edad, composición y yacimiento, descendiendo para cada terreno á sendos detalles con objeto de comprender las acciones que han concurrido á la constitución y composición de los elementos geognósticos; procurando explicar los fenómenos que en aquéllos se presentan, y estableciendo en el texto y en el mapa los límites de las formaciones, á todo lo que puede servir de complemento cuanto decimos referente á las aplicaciones industriales de las substancias que constituyen el suelo y el subsuelo del país.

Al describir los distintos terrenos geológicos partimos de las rocas cristalinas, siguiendo luego desde los sedimentos más antiguos á los más modernos, ya que este orden se funda en que los materiales de un sistema, de un tramo, y hasta los distintos bancos de rocas, se han originado, por regla general, á expensas de otras masas semejantes preexistentes; por más que sea cierto que para darse cuenta de las modificaciones ocurridas en la superficie terrestre, no puede prescindirse del estudio de los fenómenos que hoy tienen lugar, y que, como obedeciendo á leyes generales, han debido ocurrir siempre en condiciones análogas, si no idénticas.

El sistema general seguido en ésta, como en otras Memorias que

hemos publicado, es, con corta diferencia, el mismo que estableció el eminente ingeniero de Minas D. Casiano de Prado en la nunca bastante ponderada *Descripción física y geológica de la provincia de Madrid,* sin más modificaciones esenciales que las consiguientes á las circunstancias de localidad.

De seguro que en nuestro libro podrá notarse ausencia unas veces, sobra otras, de datos y consideraciones; pero no ha de perderse de vista que si antes de nosotros los materiales conocidos eran valiosos, faltaba fundirlos en un todo homogéneo, empresa hacedera, pero ardua; por lo cual á quien con crítica poco indulgente censure la obra, tal vez pudiera aplicarse el adagio latino: *Tu, si hic sis, aliter senties.*

PROVINCIA DE SEGOVIA.

DESCRIPCIÓN FÍSICA.

SITUACIÓN Y LINDEROS.

SITUACIÓN.

En lo interior de España, y donde Castilla la Vieja confina con la Nueva, hállase situada la provincia de Segovia, cuyo territorio linda al N. con tierra de Valladolid y Burgos, al E. con la de Soria y Guadalajara, al S. con la de Madrid y Ávila y al O. con la de esta última provincia y la de Valladolid. Corresponde á Segovia una superficie de 7028 quilómetros cuadrados, que se extiende desde los 40° y 42′ á los 41° y 34′ de latitud Norte y los 0° y 35′ de longitud Este á los 0° y 54′ de longitud Oeste del meridiano de Madrid, hallándose la ciudad que la da nombre á los 40° 57′ 4″ de latitud Norte, y 0° 26′ 24″ de longitud Oeste del citado meridiano de la capital de España.

Otros tres puntos del territorio segoviano, perfectamente determinados, son los correspondientes á los vértices de la triangulación de primer orden, establecida para formar el mapa geográfico de España.

La denominación de estos tres puntos, su longitud, latitud y altitud se ven en el adjunto cuadro, formado con los datos del Instituto geográfico:

NOMBRE DE LOS VÉRTICES.	Latitud.	Longitud del meridiano de Madrid.	Altitud en metros.
Rubio........................	41° 25′ 58″	0° 6′ 21″ O.	1345
Carbonero....................	41° 6′ 57″	0° 35′ 10″ O.	969
Colgadizos...................	41° 7′ 18″	0° 2′ 49″ E.	1836

El primero de estos vértices se encuentra en el cerro llamado Cabeza del Rubio, en la serrezuela de Aldea Nueva, que se extiende de NE. á SO., entre los ríos Duratón y Riaza, y dista 6 quilómetros próximamente del lugar de Torre Adrada, á cuyo término corresponde. El segundo radica en la Muela de Carbonero el Mayor, entre los ríos Pirón y Eresma. El tercero es el punto más alto entre los puertos de Somosierra y de La Acebeda, en la cordillera Carpetana, divisoria de aguas de los ríos Duero y Tajo.

Cuenta la provincia de Segovia con los cinco partidos judiciales de Cuéllar, Riaza, Segovia, Sepúlveda y Santa María de Nieva, que comprenden una ciudad, 65 villas, 265 lugares, 7 aldeas y 135 caseríos, formándose con todo ello 275 ayuntamientos.

LINDEROS.

Como sucede en casi toda España, los límites provinciales responden mal á las condiciones topográficas del país; y si bien en la provincia de Segovia la parte del sud está claramente determinada por la sierra Carpeto-Vetónica, por los demás rumbos la ley ha fijado arbitrariamente el contorno del territorio.

La demarcación de esta provincia pudiera ser mucho más racional teniendo en cuenta la orografía é hidrografía del país, con lo que resultarían beneficios no despreciables, tanto para la administración como para los habitantes de muchos pueblos, que cambiarían de capitalidad, con una distribución territorial más ordenada que la que hoy rige desde el Real decreto de 30 de Noviembre de 1833.

Pero como ya queda indicado que este defecto es tan general para la demarcación en España que no hay provincia alguna donde no puedan señalarse anomalías semejantes, no insistiremos más en ello, esperando que al fin una ley racional venga, como es necesario, á deslindar científica, industrial y económicamente las comarcas españolas.

Pasando á reseñar los linderos del territorio segoviano y empezando por el límite norte, partiremos desde el punto más occidental, situado cerca de Mata de Cuéllar y muy próximo á la confluencia de los ríos Pirón y Cega, que se verifica dentro de la provincia de Valladolid. El lindero de la de Segovia continúa hacia el E., pasando por el septentrión de Vallehelado y San Cristóbal de Cuéllar; describe

una gran curva para buscar los términos de Fuentes, Olombrada y Membibre; cortar el río Duratón, entre Rábano y Laguna de Contreras; cruzar después el arroyo Botijas, y al N. de Cuevas de Provanco encontrar el mojón divisorio de las tres provincias de Valladolid, Segovia y Burgos. Pasando más tarde el límite provincial entre Aldehorno y Fuentenebro, atraviesa diversos arroyos y la carretera de Madrid á Burgos; cruza el río de Riaza en término de Montejo de la Vega, y busca el arroyo de La Nava, por el cual sigue hasta la separación de los territorios burgalés y soriano.

El límite oriental principia en el punto últimamente citado, hasta confrontar con Castillejo de Robledo y seguir por el este de Linares, Maderuelo y Aldealengua de Santa María, y después que se dobla rápidamente para acercarse á Ayllón, Francos y Esteban Vela, sube á la sierra de Santibáñez y Grado, donde alcanza la mojonera de las provincias de Guadalajara y Soria en la sierra Pela. Continuando por lo alto de ésta, va á pasar por los puertos de Las Cabras, de Maja la Sierra, de Las Palomas y de Los Infantes, y siguiendo por la sierra de Ayllón, donde se encuentran los altos y puertos de La Quesera, de Riaza y del Cardoso, llega en el cerro de La Cebollera al sitio en que también se juntan las provincias de Guadalajara y Madrid.

Se establece el lindero meridional en los altos de los montes Carpetanos, y caminando por los puertos de Somosierra, de Casla, de La Acebeda y de Linera, va á los de Navafría ó de Lozoya, Mal Agosto y Reventón, hasta La Peña Lara (1), y bajando á los pasos del Paular y Navacerrada, sube á los Siete Picos y Montón de Trigo de la sierra de Guadarrama, desciende al puerto del mismo nombre, en donde está el León de las dos Castillas, y por el cerro de La Cierva, mojón divisorio de Avila, Madrid y Segovia, continúa á la sierra de Malagón, pasando por el cerro de San Macario y La Cabeza de Lijar ó Pinacho.

El límite occidental empieza en la citada sierra de Malagón, y cruzando el campo Azalvaro marcha por la sierra de Ojos Albos

(1) Lo encumbrado de este sitio se ensalza en el *Poema de la caza* de Don Nicolás Moratín con los siguientes versos:

«Hay en la España citerior un monte,
Canato allá en lo antiguo se llamara,
Y hoy Peñalara; si el feroz Tifonte
Cuando el Pelión y el Osa colocara
Sobre Olimpo, este risco carpetano
Pone, tocara el cielo con la mano.»

á Nuestra Señora del Cubillo, continuando al Norte, entre Blascoeles y Villacastín, para buscar las aguas más altas del arroyo Zorita y río Voltoya, hasta cerca de Martín Muñoz de Las Posadas y Montuenga, y encontrando el Adaja en su confluencia con el Arevalillo, sigue por la orilla derecha de aquel río hasta llegar al límite de Ávila y Valladolid para torcer á poniente de Santa Cruz y Villeguillo, cruzar el río Eresma, seguir á Villaverde de Iscar y al río Pirón en su confluencia con el arroyo Ternilla, y luego alcanzar el río Cega en el punto donde hemos señalado el comienzo del lindero septentrional.

Queda así señalado el perímetro de la provincia de Segovia, cuya orografía é hidrografía vamos á describir.

OROGRAFÍA.

CORDILLERAS Y SIERRAS.

Sumamente variada es la topografía del territorio segoviano, pues mientras al Sur y al Este se elevan agrestes sierras y multiplicados cerros, en el Norte, y sobre todo por el Oeste, se extienden dilatadas y escuetas llanuras.

Para hacer la descripción orográfica de la provincia, partiremos de los macizos montañosos que se alzan en la divisoria de Burgos y Segovia, y citaremos en primer término la sierra de Valdevacas que, desde las alturas cretáceas del pueblo de su nombre y de Linares, se dirige próximamente de nordeste á sudoeste, por entre Pradales y Carávias, hasta el septentrión de Ciruelos, alcanzando su mayor altitud en las cuarcitas silurianas de la Peña del Cuerno y en las areniscas triásicas del cerro Rubió, al norte de Castrojimeno, yendo á terminar con calizas y arcosas cretáceas á orillas del Duratón.

En la derecha del río Ayllón ó de Riaza hay alturas considerables de rocas terciarias que se apoyan en los materiales de la sierra de Valdevacas, y formando por el Oeste la cuenca del arroyo de La Nava, que separa, como sabemos, nuestra provincia de la de Burgos, constituyen por sí solas el lindero de Soria en los términos dė Aldealengua y Languilla.

De la citada sierra de Valdevacas parten diversos contrafuertes, pudiendo citarse entre ellos el cretáceo que desde Navares de las Cuevas extiende sus faldas hacia Navares de Enmedio, de Ayuso y el término de Aldeonte, teniendo las alturas de mayor importancia en Castroserracín, Urueñas, Aldehuelas y Castrillo de Sepúlveda, de las que dependen el terreno quebradísimo de los alrededores de Sepúlveda: correspondiendo con estas eminencias, en la izquierda del arroyo de Grajera, los cerros cuaternarios de Boceguillas, Turrubuelo y Aldeanueva del Monte. Aún debe considerarse como enlazada con la sierra de Valdevacas la serie de alturas que, marchando por toda la provincia, casi paralelamente á la cordillera Carpetana que lue-

go describiremos, quedan ocultas en largos trayectos por arenas cuaternarias, y son los últimos sitios donde en el septentrión del país se hallan rocas graníticas, estrato-cristalinas y cambrianas cubiertas en algunos puntos por materiales cretáceos.

El principal relieve orográfico del SE. de la provincia es la sierra siluriana de Ayllón, cuyos contrafuertes principales citaremos en seguida como extendiéndose por el partido de Riaza. Prescindiendo, como es natural, de los derrames de la sierra en la provincia de Guadalajara, debemos recordar que entre las agrestes cumbres que forman la divisoria de la última provincia citada y la que nosotros estudiamos, existen los estrechos y difíciles pasos denominados Puerto de Maja la Sierra, de Las Palomas, de Infantes, de La Quesera y de Riaza, que sirven en el buen tiempo para el paso á las faldas de uno y otro lado de Castilla.

En esta región del territorio segoviano los montes más importantes, y que contribuyen en primer término á la escabrosidad y aspereza del partido de Riaza, son los que, formados por rocas silurianas, arrancan del puerto de La Quesera y de la sierra de Ayllón, marchando al Este para describir un arco cerca de Riofrío y la villa de Riaza, constituyendo los altos de Hontanares, Martín Muñoz y Alquite, para descender cubiertos por arenas diluviales hacia Cinco Villas, Aldea Lázaro, Ribota y Valvieja, y formar la divisoria de aguas entre los ríos de Riaza y Ayllón, cuando al principio de su curso tienen nombres distintos.

Depende también de la sierra de Ayllón la de Becerril y El Muyo, que, constituída esencialmente por pizarras silurianas, se extiende desde los lugares citados hacia Serracín, Madriguera y Villacorta.

Del puerto de Maja la Sierra se destacan de la misma sierra de Ayllón los cerros silurianos que en el término de Negredo forman una divisoria muy marcada entre las primeras aguas del río de Ayllón, y los arroyos que á éste afluyen por su margen izquierda y que se originan en las alturas de Los Infantes y de Las Palomas.

Por último, la sierra cretácea que separa las provincias de Segovia y Soria es también derivación en el puerto de Las Cabras de la antes citada de Ayllón, y sus crestas, cada vez de menor importancia y de rocas primarias, se hallan en las inmediaciones de Grado, Santibáñez, Esteban Vela y Francos, conociéndoselas con el nombre de sierra de Santibáñez, que sirve de divisoria entre el río de Ayllón y el de Las Cuevas, que corre dentro de la provincia de Soria.

Ya bien en el mediodía de la provincia de Segovia se encuentra, continuando al occidente de la sierra de Ayllón, La Somosierra, donde el gneis y las micacitas forman la divisoria de aguas entre el Duero y el Tajo, con los diversos afluentes que respectivamente corren por las provincias de Segovia y Madrid; destacándose entre las mayores eminencias que limitan las cuencas más altas de esta parte del territorio segoviano, las que entre los puertos de Riaza y del Cardoso constituyen los altos de San Benito y apartan las fuentes de los ríos Serrano y Duratón, en los términos de Cerezo de Arriba, Soto y Sotillo.

Hay también grandes alturas de rocas estrato-cristalinas á levante del puerto de Somosierra y en término de Santo Tomé, y otro tanto sucede á poniente de dicho puerto, donde se encuentra el santuario de Nuestra Señora de la Estrella, por cima de Casla.

Son notables en Somosierra el puerto de La Acebeda y los berrocales graníticos de la dehesa de Arcones y Prádena, así como el puerto de La Linera entre capas gneísicas, lo mismo que todo el territorio denominado Pinar de Pedraza, cuyos pasos más frecuentados para la provincia de Madrid son el puerto de Lozoya y el del Mal Agosto.

Más al sur de éste, siguiendo casi la dirección del meridiano, se encuentran las cumbres de los montes Carpetanos, donde en granito y gneis se alzan á respetable altitud la Peña Buitrera, el Cabezo Grande, El Reventón, el Pico de Peña Lara, las Dos Hermanas y las alturas de Navacerrada, extendiéndose las faldas septentrionales de dichos montes por la provincia de Segovia, principalmente en el Real Sitio de San Ildefonso y en el Pinar grande del Rey.

El nombre de montes de Guadarrama se aplica especialmente á las alturas graníticas que separan las provincias de Madrid y Segovia, por más que semejantes eminencias formen parte de la cordillera Carpetana, á toda la cual, en realidad, corresponde aquella denominación.

En esta comarca montañosa deben considerarse especialmente las alturas denominadas Siete Picos, Montón de Trigo, Pan de Azúcar ó Tiro Barra, La Peñota y el cerro de La Sevillana, antes de llegar al León y Puerto de las dos Castillas.

Entre los dos montes primeramente citados se encuentra el puerto de La Fonfría, y á poca distancia de él, al NO., se alzan imponentes alturas graníticas, conocidas con el nombre de Peña del Oso

y Picos de Pasapán, cuyos derrames llegan hasta orillas del río Moro, por cima de Otero de los Herreros. De la Peña del Oso parten también diversos contrafuertes por el término de Ortigosa, formando las márgenes del arroyo Milanillos, mientras que en la parte alta se enlazan las vertientes de que hablamos con las del pico nombrado Pan de Azúcar, que cuenta entre sus derrames el pintoresco sitio de berrocales graníticos llamados la Boca del Asno, y el cerro de Matabueyes, en la cuenca del río Balsaín, que constituye la divisoria entre éste y el arroyo de Tejadillo.

Aún debemos considerar como continuación de la de Guadarrama la sierra de Malagón, que separa las provincias de Ávila y Segovia, siendo en ella alturas importantes la de Aguas Vertientes, el Cabezo de Arenales y la Peña del Avellano, donde el granito está acompañado por numerosas variedades de pórfidos.

Citaremos además en esta región la sierra de Ojos Altos, paralela á la de Malagón, granítica como ella, y que desde la provincia de Ávila penetra en la que describimos, con los altos de San Bernabé, la Mata Larga y el cerro del Caloco, cuyas faldas se relacionan con las dependientes del Pico de Pasapán, aun cuando unas y otras están separadas por el río Moros.

En el norte de la provincia de Segovia, y no lejos del lindero de Valladolid, se halla la sierra miocena de Cuéllar, formada, más bien que por eminencias, por los restos de un extenso páramo, en que las corrientes con sus derrubios han producido hondos y estrechos cauces, siendo de notar que el terreno, con análogas condiciones, sigue por la derecha del río Cerquillo, dando lugar á una divisoria muy irregular de los ríos Cega y Duratón, que desde Cantalejo, Torrecilla del Pinar, Fuente Piñel y Fuente Saúco, termina en los altos de Vegafría y de Membibre.

Aún pudieran mencionarse algunas eminencias dentro de la provincia como divisorias secundarias; pero no nos detendremos en ello por su insignificancia relativa.

VALLES.

Son de poca amplitud todos los de nuestra provincia, pues multiplicadas las fuentes y encajonadas las aguas, cuando en la sierra sirven de origen á los ríos que riegan el país, sólo más al Norte, hacia

donde éstos se dirigen, hay cuencas de algún interés. Citaremos, no obstante, algunos de estos valles.

Es el de Riaza el más oriental de la provincia, y con él se une el del río de Ayllón, siendo las márgenes de ambos rara vez llanas, aun cuando constituidas por terrenos no muy antiguos; sin embargo, tienen suficiente amplitud para que en ellas se asienten diversos pueblos, que no dejan de aprovechar las parcelas susceptibles de riego.

Por el valle del Duratón corren las aguas del río de su nombre y de todos sus afluentes entre escarpadas laderas, casi siempre cretáceas, hasta llegar á San Miguel de Bernuy, donde ya el terreno es más abierto y cultivado y va á formar parte de la llanura terciaria que se interna en la provincia de Valladolid.

El valle del Cega, tan estrecho en sus comienzos como los dos que acabamos de citar, se ensancha cuando abandona las rocas cretáceas por bajo de Muñoveros, y cada vez tienen mayor amplitud, y por tanto mejor aprovechamiento, sus márgenes cuaternarias, hasta llegar á la tierra vallisoletana.

Puede considerarse el comienzo del valle del Pirón en Villovela, donde son ya considerables las aguas procedentes de la sierra Carpetana; mas el suelo diluvial de las márgenes las hace poco útiles para la agricultura, hasta que dentro de Valladolid, pero muy cerca del lindero de Segovia, llega á incorporarse el río Cega.

Se extiende de Sur á Norte el valle del Eresma, entre arrastres cuaternarios, con poca anchura ordinariamente y grandes desniveles, si bien los principales saltos se encuentran, como es natural, á su comienzo entre las rocas antiguas de la sierra, antes de llegar á la creta de la ciudad de Segovia; desde donde se ensancha, hasta los pasos, entre rocas cambrianas, de Carbonero de Ahusín, Miguel Ibáñez y Bernardos, que una vez salvados, permiten que el río vuelva á tomar bastante desarrollo, sobre todo cuando muy cerca de Coca se le incorporan las aguas del río Voltoya, que camina casi desde su origen entre márgenes aluviales, y con un valle de poca mayor importancia que el de Moros, también afluente del Eresma, y ambos, por regla general, muy profundos y estrechos cuando parten de la sierra, y algo más dilatados al acercarse, entre rocas diluviales, á la corriente principal.

Es claro que todos los ríos y arroyos que más adelante describiremos como regando el territorio segoviano, tienen sus valles correspondientes; pero son de importancia secundaria, y casi siempre de

poca anchura y escaso aprovechamiento, si bien algunos son bien conocidos, como el Campo Ázalvaro, territorio granítico, sito en el SO. de la provincia, y comprendido entre las sierras de Malagón y de Ojos Albos.

LLANURAS.

Desarróllanse en el oeste de la provincia segoviana, ocupando más de la tercera parte del territorio, sin más interrupción que la producida por las colinas de terrenos antiguos que ya hemos citado como extendiéndose de NE. á SO. desde la sierra de Valdevacas hasta la margen derecha del río Voltoya.

Tres partes distintas pueden considerarse en estas llanuras, y citaremos en primer lugar la más oriental, á que se da el nombre de Pinar Grande, territorio formado por arenas diluviales casi sueltas que cubren el suelo desde Aldeonsancho, en la orilla izquierda de Duratón, y siguiendo hacia San Miguel de Neguera, Burgo Millodo, Carrascal del Río, Cobos de Fuentidueña, Fuente el Olmo de Fuentidueña, Torrecilla del Pinar, Lastras de Cuéllar y Fuente Pelayo, llegan hasta el río Pirón, y por Villovela y Turégano vuelven á Muñoveros, Rebollo y Ventosilla.

Está cruzada esta comarca por el río Cega, y aprovechada casi enteramente por bosques de pinos, siendo tan uniforme su altitud, de unos 900 metros, que en la corrida de más de 50 quilómetros apenas pueden hallarse cotas que se diferencien en 100 metros.

Hacia los bordes de esta mancha cuaternaria, y principalmente en el término de Turégano, se hallan magníficas huertas, no sólo porque hay facilidad en procurarse riegos, sino también porque, mezclados los elementos diluviales silíceos con los arcillosos y calizos procedentes de las rocas cretáceas y estrato-cristalinas de la sierra, el suelo es de composición variada, y, por tanto, muy á propósito para el cultivo.

Á poniente de la llanura que acabamos de citar hay otra que con altitud algo mayor llega hasta el lindero occidental de la provincia, para internarse en la de Ávila. Al recorrer el país, la diferencia de nivel entre una y otra llanura no se nota á primera vista, pues las cotas oscilan entre 863 metros en Escarabajosa y 1097 metros en Villacastín.

En esta zona se extienden las arenas diluviales desde Cantimpalos y Escarabajosa á Carbonero el Mayor, Armuña, Tabladillo, Ge-

menuño y Martín Muñoz de las Posadas, entrando en la tierra de Ávila por Muño Pedro, Labajos y Villacastín, y volviendo al río Moro y al Eresma hasta cerca de la capital.

El suelo de esta llanura es algo más variado que el del Pinar Grande, y así es que en varios pueblos de los que se hallan al Noroeste y Sudeste, además del beneficio de los pinares, se recogen regulares cosechas de cereales, hortalizas y algún vino.

La última llanura que debemos considerar es la que á poniente del río Pirón forma el Noroeste de la provincia hasta penetrar en la de Valladolid, comprendiendo, ó gran parte, ó la totalidad de los términos de Nieva, Coca, Ciruelos, San Boal, Pinarejos y Campo de Cuéllar, siendo su suelo muy uniforme, pues las altitudes se hallan comprendidas entre 734 metros en Chañe y 804 en Santiuste de San Juan, si bien en alguno que otro punto el terreno se eleva en oteros, como sucede en Ciruelos de Coca, para alcanzar la altitud de 1116 metros.

Los pinares de este territorio son los más famosos y mejor aprovechados, y la fábrica de Coca surte de aguarrás, breas y resinas á gran parte de España. Además, como el terreno no es tan suelto y se utilizan en muchos sitios las aguas que cruzan por la llanura, se cosechan abundantes cereales, vino y frutos de huerta en la mayoría de los pueblos de la comarca.

Con lo dicho queda bastantemente descrita la orografía de la provincia de Segovia; y para completarla estamparemos á continuación un cuadro de altitudes, con expresión del terreno geológico en que se encuentra cada uno de los puntos que por orden alfabético citamos.

CUADRO de las alturas sobre el nivel del mar de varios puntos de la provincia de Segovia (1).

LOCALIDADES.	Altitudes en metros.	TERRENO GEOLÓGICO.
Alconadilla	913	Mioceno y diluvial.
Aldealengua	925	Mioceno.
Aldea de Pedraza	1154	Estrato-cristalino y cretáceo.
Aldeonte	920	Diluvial.
Añe	883	Idem.
Arcones	1154	Cretáceo.
Arevalillo	1002	Estrato-cristalino y cretáceo.
Ayllón	949	Mioceno.
Armuña (La)	906	Granítico.
Balisa	897	Granítico y cretáceo.
Balsaín	1202	Granítico.
Becerril	1637	Siluriano.
Bernuy	1001	Granítico y cretáceo.
Idem (En las Canteras)	989	Cretáceo.
Buitrera (Peña)	1752	Idem.
Caballar	1007	Idem.
Cabañas	942	Cretáceo y diluvial.
Cabezo de la Excomunión	2161	Granítico.
Cabezo Grande	1680	Idem.
Cantimpalos	902	Diluvial.
* Carbonero (V. Geodésico)	969	Cambriano.
Carbonero el Mayor	918	Cambriano y cretáceo.
Cardoso (Puerto del)	1861	Estrato-cristalino.
Carrascal del Río	871	Cretáceo y diluvial.
Casla	1118	Cretáceo y estrato-cristalino.
Cebollera (Pico de la)	2126	Estrato-cristalino.
Cerezo de Abajo	1058	Estrato-cristalino y cretáceo.
Cerezo de Arriba	1154	Estrato-cristalino y diluvial.
Ciruelos	1116	Diluvial.
Cierva (Alto de la)	1837	Estrato-cristalino.
Cobos	860	Cretáceo y diluvial.
Coca	758	Mioceno.
* Colgadizos (V. Geodésico)	1836	Estrato-cristalino.
Collado Hermoso	1225	Granítico y estrato-cristalino.
Cozuelos	860	Mioceno.
Cuéllar	835	Idem.
Cuerno (Peña del)	1286	Triásico.
Chañe	734	Mioceno y diluvial.
Dehesa	792	Mioceno.
Dehesa la Mayor	769	Mioceno y diluvial.
Encinas	951	Diluvial.

(1) Las altitudes que van señaladas con un asterisco están determinadas por el Instituto geográfico, y pueden suponerse exactas, mientras las demás, deducidas de observaciones hechas por nosotros con barómetros aneroides, sólo deben considerarse como aproximadas.

LOCALIDADES.	Altitudes en metros.	TERRENO GEOLÓGICO.
Ermita de San Medel	965	Cretáceo y diluvial.
Escobar	885	Diluvial.
Esteban Vela	997	Mioceno.
Escarabajosa	863	Diluvial.
Francos	985	Mioceno.
Frumales	802	Diluvial.
Fuente Piñel	890	Mioceno.
Fuente Rebollo	942	Diluvial.
Fuente Pelayos	894	Idem.
Garcillán	918	Idem.
Grado (Altos de)	1419	Siluriano y cretáceo.
* Granja (La), San Ildefonso	1191	Granítico.
Guijas Albas	954	Cretáceo y diluvial.
* Guadarrama (Puerto de)	1511	Granítico.
* Guadarrama (Pueblo)	948,40	Idem.
Hortigosa	1098	Idem.
Ituero	1012	Cretáceo y diluvial.
Languilla (Puente sobre el río)	937	Mioceno.
Lara (Peña)	2385	Granítico.
Lastras de Cuéllar	930	Mioceno.
Lastrilla (La)	1071	Cretáceo.
León de las dos Castillas	1533	Granítico.
Linares	865	Cretáceo.
Losa (La)	1115	Granítico.
Matabuena	1154	Estrato-cristalino y cretáceo.
Mata (La)	1036	Estrato-cristalino.
Matilla (La)	1084	Cretáceo.
Madriguera	1105	Siluriano.
Martín Muñoz	1261	Idem.
Mazagatos	949	Mioceno.
Marugán	954	Diluvial.
Molino de Navillas	1141	Granítico.
Montón de Trigo	2184	Idem.
Muñoveros	947	Diluvial.
Muyo (El)	1141	Siluriano.
Navafría	1166	Estrato-cristalino.
Navalillas	942	Diluvial.
* Navacerrada	1190	Granítico.
* Navacerrada (Puerto)	1778	Granítico.
Negredo	1094	Siluriano y diluvial.
Nieva	827	Cambriano y diluvial.
Olmillos	955	Cretáceo y diluvial.
* Onrubia	997,50	Siluriano, estrato-cristalino, triásico y mioceno.
Ontoria	1021	Estrato-cristalino y cretáceo.
* Otero (El)	1142,10	Granítico.

LOCALIDADES.	Altitudes en metros.	TERRENO GEOLÓGICO.
Pajares	932	Estrato-cristalino y cretáceo.
* Palacio de Riofrío	1053,10	Estrato-cristalino y granítico.
Pan de Azúcar	2187	Granítico.
Pascuales	920	Cambriano.
Perosillo	825	Mioceno y diluvial.
Pedrizas (Las)	2234	Estrato-cristalino.
Pinar Negrillo	860	Diluvial.
Prádena	1142	Cretáceo.
Parral (Convento)	874	Estrato-cristalino.
Puente de Segovia en el camino de La Granja	1155	Granítico.
Puente sobre el río en Segovia	930	Granítico y cretáceo.
Revenga	1118	Estrato-cristalino y granítico.
Revenga (Ermita de San Andrés)	1035	Idem id.
Reventón	2058	Estrato-cristalino.
Riaza	1178	Idem.
Rioyo	1142	Cretáceo.
Riofrío de Riaza	1261	Estrato-cristalino.
* Rubio (V. Geodésico)	1313	Triásico.
Salceda (La)	1213	Estrato-cristalino.
Santiuste de Pedraza	1213	Estrato-cristalino y cretáceo.
Santiuste de San Juan	804	Diluvial.
Santa María de Nieva	897	Cambriano.
* Segovia	999,80	Granítico y cretáceo.
Siguero	1070	Estrato-cristalino y cretáceo.
Sigueruelo	1094	Idem id.
San García	944	Diluvial.
Santibáñez	1093	Siluriano.
Serracin	1237	Idem.
* Somosierra (Puerto)	1428	Estrato-cristalino.
* Sepúlveda	978,10	Cretáceo.
Siete Picos	2203	Granítico.
Tejadilla	1037	Cretáceo.
Torre Iglesias	995	Estrato-cristalino.
Torre Caballeros	1166	Granítico.
* Turégano	936,20	Cretáceo.
Valseca	930	Cretáceo y diluvial.
Valdevacas	1069	Cretáceo.
Valleruela	1072	Idem.
Valdeprado	1000	Cretáceo y diluvial.
Veganzones	936	Diluvial.
Venta de Santa Lucía (Carretera de Guadarrama)	1154	Granítico.
Venta de San Rafael (Idem id.)	1261	Idem.
Villovela	862	Diluvial.
Villaverde	1021	Cretáceo y triásico.
Villacastín	1097	Granítico y diluvial.
Villagonzalo	804	Diluvial.
Zamarramala	998	Cretáceo.
Zarzuela	1012	Diluvial.
Zarzuela del Pinar	918	Idem.

HIDROGRAFÍA.

RÍOS Y ARROYOS.

La mayoría de las corrientes que discurren por el territorio de la provincia de Segovia tienen su origen en la comarca montañosa que constituye el lindero sudeste, es decir, en las distintas partes de la cordillera Carpeto-Vetónica, que sabemos se denominan sierra de Malagón, de Guadarrama, montes Carpetanos, La Somosierra y sierra de Ayllón, formando todas las corrientes dichas parte integrante de la cuenca del Duero, cuyo río alcanzan en la provincia de Burgos ó en la de Valladolid, llevándole un caudal no escaso, producto casi directo de las abundantes nieves que cubren las sierras mencionadas más de cuatro meses al año.

Los ríos más importantes del país, citándolos de Levante á Poniente, son: el Riaza, el Duratón, el Cega, el Pirón, el Eresma, el Voltoya y el Adaja.

El primero de éstos reune en su curso dentro de la provincia el rio de Grado ó de Ayllón, el Ridaguas y diversos arroyos que bañan el partido á que da nombre la corriente principal; el Duratón absorbe el Serrano, Caslilla, Prádena y muchos arroyos de la sierra de Sepúlveda; el Cega recibe el Cerquilla y multitud de arroyuelos de los partidos de Cuéllar y Segovia; tributan al Pirón el río de Polendos, el Maluca y otros de menos caudal; se incorporan al Eresma el río Frio, Milanillos y Moros; el Voltoya es afluente del mismo Eresma poco antes de salir del territorio segoviano, y, por fin, el Adaja no tiene en la provincia de Segovia más corrida que la de 12 quilómetros, en que sirve de lindero con tierra de Ávila.

Cual condiciones generales del curso de todos estos ríos, puede decirse que las corrientes del país no marchan por quiebras preexistentes, sino como habiéndose abierto su cauce propio entre rocas, duras unas veces, blandas otras, ya en las arenas, ya en el granito, las pizarras, las margas ó las calizas, siendo de advertir que en mu-

chos sitios, principalmente en la formación cretácea, las aguas han tenido que cortar casi á pico 60 y 80 metros de altura para dirigirse al Duero buscando la línea de máxima pendiente.

Describiremos sucesivamente y con algún detalle cada uno de los ríos citados y sus afluentes.

Río Riaza.—Nace este río entre gneis y micacitas muy cerca del puerto de La Quesera, término de Riofrío de Riaza, y con dirección general al Norte pasa por la cabeza del partido de su nombre y atraviesa éste en toda su longitud, siempre entre terreno diluvial, y tocando en Gómez Serracín, Cinco Villas, Ribota, Saldaña y Santa María de Riaza, hasta que llega á Languilla, donde se le incorpora el río de Ayllón. Desde aquí, separando el terreno cuaternario del terciario, tuerce al Oeste, pasa por Aldealengua y Alconadilla y, enderezándose hacia el Norte, sirve de límite á la creta y al mioceno en Maderuelo, Linares y Montejo de la Vega, y volviendo al terreno terciario tres quilómetros antes del límite provincial, va á verter sus aguas en el Duero, junto á Roa, en territorio de Burgos, habiendo recorrido en el de Segovia cerca de 60 quilómetros.

Los aforos que se han hecho en el río Riaza al salir de la provincia, acusan un caudal mínimo de metro y medio cúbico por segundo, y hasta seis metros cúbicos en tiempo de lluvias.

Aumentan el caudal del río Riaza, además de otros afluentes menos importantes, los arroyos de Ribota y Valvieja y el río de Ayllón por la orilla derecha, y le penetran por la izquierda los arroyos de Riaguas, Maderuelo y Pardillas.

Reseñemos estas corrientes.

En los altos silurianos de Martín Muñoz y de Alquite se origina el arroyo de Ribota, que, corriendo casi siempre entre los materiales cuaternarios, pasa por Aldealázaro y llega al pueblo de su nombre para desembocar poco más abajo en el río de Riaza.

Por junto á Valvieja pasa un arroyo, no siempre con agua, que con todo su curso entre las rocas diluviales va á unirse al Riaza entre Saldaña y Santa María.

El río de Ayllón, que en la parte más alta de su curso se denomina río Aguisejo ó de Grado, tiene su origen en una fuente que brota entre pizarras silurianas en un punto llamado El Manadero, á un quilómetro al O. del pueblo últimamente citado, contando desde el nacimiento con agua bastante en todo tiempo para mover simultáneamente dos piedras de molino. Corre el Aguisejo con rumbo general

al Noroeste por junto á Grado, Santibáñez y Esteban Vela, habiendo dejado el terreno siluriano antes de este último pueblo y establecido su cauce entre las formaciones terciaria y cuaternaria. Sigue en esta disposición lamiendo las paredes de Francos, y llega á Ayllón, donde recibe su último nombre, con las aguas suficientes para regar huertas, prados y una frondosa ribera, y por el oeste de Mazagatos y el sur de Languilla incorpórase al río de Riaza después de unos 40 quilómetros de curso.

Aumentan el caudal del Ayllón por la margen izquierda dos arroyos: uno que nace en las alturas silurianas del Muyo y, bajando por Negredo, desemboca entre arenas diluviales frente al pueblo de Esteban Vela; y el otro que desde Becerril y Martín Muñoz abandona en Villacorta el siluriano por el cuaternario y desagua unos 300 metros antes de Francos.

El arroyo de Riaguas tiene sus primera fuente en el terreno diluvial de los cerros del norte de Riaza, y pasando por Aldeanueva del Monte y Barahona del Fresno, se aumenta con las aguas procedentes de los altos de Turrubuelo. Sigue el arroyo por Sequera y Castiltierra; en Riaguelas absorbe un arroyo que, parte de las colinas cretáceas de Cedillo de la Torre, baja por entre los materiales diluviales de Bercimuel, y poco antes de Riaguas aún recoge el arroyuelo de Fresno de Cantespino y Cascajares, casi seco en verano, y regando las huertas de Alconada, siempre por terreno diluvial, entra en el río Riaza 400 metros antes de Alconadilla.

Brota en el sistema cretáceo de Moral el arroyo Maderuelo, que sigue constantemente entre las capas de la misma formación geológica, y pasando por Valdebarnés y aumentado en épocas de temporales con las aguas de una porción de barrancadas, llega al río Riaza enfrente del pueblo á que debe el nombre.

Por fin, el arroyo Pardillas nace en la provincia de Segovia entre las rocas estrato-cristalinas y silurianas de Onrubia, y caminando al norte cruza el terreno terciario, yendo á tributar al Riaza en la provincia de Burgos.

Los demás afluentes del río de que hemos venido hablando no merecen mención especial.

Río Duratón.—Nace este río entre las capas estrato-cristalinas del puerto de Somosierra, y con dirección general al Noroeste alcanza poco después de Siguero el terreno cretáceo, penetrando á levante de Duruelo entre las rocas diluviales, las que abandona en el

lugar de su nombre: aquí, volviendo á la creta, tuerce al Oeste para, entre grandes tajos, llegar cerca de Sepúlveda, recoger su principal afluente, el río Caslilla, y tomar su primitiva dirección, separando los materiales cretáceos de las arenas cuaternarias, al regar los términos de San Miguel de Noguera [1], Burgomillodo, Carrascal del Río y Cobos de Fuentidueña, desde donde, con rumbo Norte y cortando las arcosas cretáceas y las margas miocenas, va á San Miguel de Bernuy, Fuentidueña, Vivar y Laguna de Contreras, para alcanzar el límite de la provincia; y de allí, por Rábano y Peñafiel, llegar al Duero, en tierra de Valladolid, habiendo recorrido en Segovia más de 70 quilómetros.

Los aforos hechos en el río, antes de que pierda su nombre, acusan como caudal de la corriente, un mínimo de tres metros cúbicos por segundo en el estío, y un máximo en invierno de nueve metros cúbicos.

El arroyo de Mansilla es el primer afluente del Duratón por la margen derecha: nace entre el gneis de las faldas septentrionales del cerro de La Cebollera, muy cerca del mojón divisorio de las provincias de Madrid, Segovia y Guadalajara, y sigue á Cerezo de Arriba y Cerezo de Abajo, donde se aumenta con las aguas de Villarejo, y, separando la creta del terreno diluviano, continúa por Mansilla, hasta desaguar en el río principal, un quilómetro antes de Duruelo.

Tributa también por la derecha al mismo Duratón el río Serrano ó Mesleón, que desde las rocas estrato-cristalinas del puerto de Riaza, donde nace, baja al terreno cuaternario de Sotos, Castillejo de Mesleón y El Olmo, llegando á desaguar entre la creta del lugar de Serna, tres quilómetros más arriba del puente de Santa Cruz de Sepúlveda.

Otro arroyo importante, que también vierte sus aguas por la orilla derecha del Duratón, es el de Barbolla, que tiene su nacimiento en el contacto del trías y el siluriano de Pradales, y corriendo hacia el

(1) «Entre San Miguel y El Burgo, á la derecha del río, se halla la ermita de San Frutos, donde es tradición se retiró aquel santo, haciendo brotar una fuente milagrosamente, al mismo tiempo que se abría la cortadura que se ve en la peña, y que se conoce con el nombre de *La Cuchillada de San Frutos*, debida á que, perseguidos los cristianos por los sarracenos, hizo el santo una raya en la piedra con su báculo, intimando á los enemigos del Señor no pasasen de allí, y al punto se abrió un profundo tajo que impidió á los moros seguir adelante.» (Flórez, *España Sagrada*, tomo VIII, Iglesia de Segovia.)

Este, primero por la creta, y después por el cuaternario de Fresnillo y Pajarejos, tuerce al Sudeste por Grajera, Aldeanueva, Boceguillas y el pueblo de su nombre, donde recoge las corrientes que, procedentes de los altos de Castroserracín y Navares, bajan por Aldeonte, y atravesando la creta por Olmillo, se incorpora al río junto al puente de Santa Cruz, antes citado.

Aún debemos mencionar, como último tributario de la derecha del Duratón, en la provincia de Segovia, el arroyo que desde la creta de Castro de Fuentidueña baja al terreno mioceno de Fuentesoto, Pecharromán y Sacramenía, yendo con dirección general al noroeste á entregar sus aguas muy cerca del límite provincial entre Laguna de Contreras y Rábano.

Es considerable el caudal que por la orilla izquierda recibe el Duratón del río Caslilla, que desde los altos gneísicos de Somosierra sigue con dirección general al Norte, penetrando en Casla en el terreno cretáceo, por el cual continúa hasta Santa Marta, y, cruzando el diluvium, llega otra vez á la creta, entre Torrecilla y Vellosillo, para desembocar en el Duratón, después de lamer el cerro donde se asienta la villa de Sepúlveda.

El río Prádena nace entre las rocas estrato-cristalinas de la dehesa de Arcones, y desde el pueblo de su nombre sigue con rumbo al Noroeste por la creta de Pradenilla, Villar, Castroserna de Arriba y de Abajo. Aldealcorbo, Aldeón Sancho, El Barrio y San Miguel de Neguera, para alcanzar el Duratón por su orilla izquierda, 500 metros por cima del caserío de Casa Blanca.

Tributan además al mismo Duratón por la margen izquierda, dentro de la provincia de Segovia, tres arroyos de alguna importancia: el primero nace en el mioceno de Fuente el Olmo de Fuentidueña, y alcanza el río, con dirección, E. á O., enfrente de San Miguel de Bernuy; el segundo, que recoge las aguas del sur de Fuente Saúco y Fuente Piñel, separando el terciario y la creta en Valles de Fuentidueña, desemboca 500 metros por bajo del pueblo de Fuentidueña, y el tercero, que desde los altos miocenos de Vegafría toca en Membibre y Aldea Soña, cruza el pueblo de Laguna de Contreras, y vierte sus aguas poco después en el mismo Duratón.

Aún podrían citarse algunos otros arroyuelos de la cuenca del río de que tratamos, pero renunciamos á ello por su escaso interés.

Río Cega.—Fórmase este río de la reunión de varios arroyos que, originados entre los gneis y micacitas del Pinar de Pedraza, en la

vertiente septentrional de los Montes Carpetanos, bajan por Navafría, Gallegos y Matabuena: estas corrientes penetran pronto entre los estratos cretáceos y van á reunirse al norte de Pedraza de la Sierra, junto á la aldea de Velilla, desde donde, ya constituído el río, sigue con dirección al Noroeste por Pajares y Rebollo; hace una gran curva, cortando el gneis de Parapajas, y entrando en las arenas diluviales llega á Frades, y se interna sin encontrar pueblo alguno, en el llamado Pinar Grande; salva la mancha granítica sita entre Zarzuela y Lastras de Cuéllar, volviendo al terreno cuaternario y al terciario poco antes de salir de la provincia, y corre á desembocar en el Duero, 20 quilómetros tierra adentro de Valladolid, habiendo caminado cerca de 90 en la de Segovia.

Según aforos practicados en el río Cega antes de su desembocadura, el caudal varía desde dos metros cúbicos, y aun menos, en estío, hasta 17 metros cúbicos por segundo en las crecidas ordinarias.

El primer afluente que recibe el Cega por su orilla derecha es el arroyo de Arcones, que, naciendo entre enormes peñascales de la sierra, viene á pasar junto al pueblo que le da nombre, y abandonando las rocas gneísicas, corre por la creta de Huerta y Arenal y se pierde en el río cuatro quilómetros por bajo de Velilla.

Cuando el Cega, cerca del lindero de la provincia de Segovia, entra en el terreno mioceno, se le une también por la derecha el río Cerquilla, que se origina en los altos terciarios de Vegafría, y baña, entre arenas diluviales, los lugares de Perosillo, Frumales y Aldehuela de Cuéllar; y el mismo terreno recorre también un arroyo que se une al Cerquilla en el último pueblo citado, y que viene desde Lastras, para juntos ambos ir á Dehesa Mayor, y separando los terrenos terciario y cuaternario, con rumbo general al Oeste, alcanzar el río Cega, con un recorrido total de unos 20 quilómetros. Aún debe citarse el arroyo de Vallelado, que por el mediodía de San Cristóbal, el pueblo que le da nombre, y Mata de Cuéllar, con todo su curso entre las rocas miocenas, entra en el Cega por la orilla derecha en el mismo límite de la provincia.

Entre los granitos de Collado Hermoso nace el arroyo Sordillo, que marcha entre las rocas estrato-cristalinas de Santiuste y Requijadas, y cruzando desde aquí las capas cretáceas, va á perderse en el Cega por la margen izquierda en Pajares de Pedraza.

Otro arroyo que se origina en el contacto de las arcosas cretáceas con las micacitas de Cubillo, pasa por Valdevacas y Guijar y vierte

sus cristalinas y abundantes aguas en la orilla izquierda del Cega.

Por fin es también tributario, por la margen derecha del mismo Cega, el arroyo de Santa Ana ó de Las Mulas, que desde los altos cretáceos del Carrascal baja cortando el gneis del Caballar y Turégano, y desde este pueblo, por entre las arenas del Pinar Grande, va á incorporarse al río.

Otros regajos afluyen al Cega, pero no merecen la descripción más ligera.

Rio Pirón.—Se origina en los granitos del puerto de Mal Agosto por dos arroyos que nacen á corta distancia uno de otro, corren en dirección al Noroeste y dejan intermedio el lavadero de lanas de Alfaro, antes de unirse á menos de un quilómetro de Santo Domingo de Pirón y penetrar en la creta; constituído así el río, sigue, entre rocas estrato-cristalinas, por Losana, Peñas Rubias, Parral y Villovela, y á corta distancia de Mozoncillo, ya entre las arenas diluviales, que no abandona en el resto de su curso, cambia de rumbo hacia el Oeste para enderezarse al Norte junto á la ermita de Santa Águeda y cruzar los términos de Mudrián, San Boal, La Fresneda y Remondo, saliendo de la tierra segoviana para juntar sus aguas con las del Cega, dos quilómetros al septentrión del lindero provincial, habiendo recorrido más de seis miriámetros.

Aforos hechos en el Pirón cuando éste sale de la provincia, han dado un volumen medio de cuatro metros cúbicos por segundo para caudal del río.

Citemos los afluentes del Pirón, río celebrado por Marcial en su epigrama á Lucio, comenzando por los que tributan por la orilla derecha.

El primero que mencionaremos es el arroyo de Lacertera, que, recogiendo las aguas procedentes de los granitos que dominan la ermita arruinada de Nuestra Señora de la Sierra, bajan entre rocas estrato-cristalinas, unas por Pelayos y otras por Sotos Albos, á reunirse al río junto al caserío de Cobatillas.

Cerca de Fresneda de Cuéllar desemboca en el Pirón el arroyo Maluca, que nace en los altos de Sauquillo y Aguilafuente, y, con todo su cauce, entre arenas diluviales, corre por Fuente Pelayo y Navalmanzano, donde absorbe el regajo de Zarzuela del Pinar, continuando por el norte de San Martín, Mudrián y San Boal, para perderse en el río, junto con el arroyuelo de Narros, en el sitio antes citado.

Tributa también al Pirón por su margen derecha el arroyo Terni-

lla, originado entre las rocas cuaternarias de Sancho Nuño, y que, después de regar la vega de El Arroyo de Cuéllar, recoge, dos quilómetros por bajo de Chañe, entre las margas miocenas, el arroyo del Prado, que viene desde Gómez Serracin y Chatún, para unidos ambos desaguar en el río, poco antes de La Puente Blanca.

El primer afluente que tiene el Pirón es el arroyo del Pedernal, que, desde los altos gneísicos de Basardilla, corre por la creta hasta Adrada de Pirón, y vuelve á tener el cauce entre rocas estrato-cristalinas para desaguar entre Losana y Peñas Rubias, en la izquierda del río.

Afluye también al mismo rio de que venimos hablando, por la margen izquierda y tres quilómetros por bajo de Villovela, el arroyo de Polendos, que nace en el granito de Aldehuela, baja por el gneis de La Higuera, cruza la creta hasta confrontar con La Mata de Quintanar, y sigue entre el terreno diluvial de Cabañas, Pinillos y Escobar á entregar sus aguas al río.

El arroyo de Cantimpalos comienza en La Mata de Quintanar, y, pasando por el pueblo que le da nombre, llega al Pirón aumentado con un regajo que desciende desde el norte de Roda, habiendo corrido siempre entre materiales cuaternarios.

Por fin, frente á Mozoncillo entra también por la izquierda del Pirón un arroyo que, con todo su curso entre arenas diluviales, se forma al norte de Yanguas y pasa al oeste de Escarabajosa de Cabezas.

No hay para qué mencionar otros arroyuelos de la cuenca del río que hemos descrito.

Rio Eresma.—Conocido por los antiguos por *Areva*, quieren algunos haya dado su nombre á los célebres pueblos arevacos, y es el más nombrado fuera de la provincia, por ser el que riega la ciudad de Segovia. Tiene su origen junto á la posesión llamada de Quitapesares, con la unión de los riachuelos de Valsaín y Cambrones, que nacen el primero en los granitos del este del puerto de Navacerrada, y el segundo á poniente del de Mal Agosto, y entre los dos se apropian todos los manantiales de lo alto de la sierra. Continúa el Eresma hacia el Noroeste, entre rocas gneísicas, á corta distancia de Palazuelos y Tabanera del Monte, hasta llegar al pie de las colinas cretáceas en que se asientan los antiguos muros de Segovia (1), y con

(1) Dice Antillón en su Geografía, pág. 249, que las aguas del Eresma pasan á 96 varas (80 metros) debajo del Alcázar de Segovia; es decir, que siendo la altitud de éste 916 metros, la del rio en aquel sitio es de 836 metros:

rápidos y frecuentes recovecos sigue con cauce cuaternario al molino de Lobones, Hontanares, Los Huertos y Carbonero de Ahusín, para después del puente de Vargas seguir casi siempre al Norte, penetrando entre las pizarras cambrianas en el término de Armuña: después de Fuente Carbonero casi alcanza el río Pirón; mas se aparta en el batán de Chinas, en el camino de Migueláñez á Mudrián, y torciendo al Oeste en un trayecto de unos 12 quilómetros, entre las arenas diluviales, vuelve á enderezarse hacia el Septentrión para descubrir el terreno mioceno de Coca, y, junto con el Voltoya, seguir por el término de Villeguillo hasta el lindero de la provincia, en Casa Castrejón, uniéndose al Adaja unos 20 quilómetros dentro del territorio de Valladolid, é ir así á aumentar el caudal del Duero.

Varios aforos del río Eresma, hechos en Diciembre de 1869, dieron como caudal por segundo: un máximo de 40 metros cúbicos, y un mínimo de 5'6.

Prescindiendo del Voltoya, que estudiaremos más adelante, los principales tributarios del río de que tratamos son el Caz de Sonsoto y el arroyo de San Medel, y por la izquierda los ríos Milanillos y Moros, y algunos arroyos que vamos á describir rápidamente.

El llamado Caz de Sonsoto, Tres Casas y Cabanillas, que reune diversos manantiales del terreno granítico del este de Segovia, alcanza en la misma capital la derecha del Eresma, que allí también se aumenta con las aguas de las fuentes que surte el famoso acueducto y con el arroyo Clamores, que cruza la parte baja de la ciudad, para verterse en el río al pie del Alcázar.

En Los Huertos desemboca por la margen derecha del Eresma el arroyo de San Medel, primeramente llamado de Espirdo, que desde los berrocales graníticos de Torres Caballeros baja al río por Espirdo, Bernuy de Porreros, Encinillas y Roda.

Por la izquierda, 10 quilómetros después de la ciudad, recoge el Eresma las aguas del valle de Tejadilla, abierto entre las arcosas de la creta, y poco más abajo, entre los materiales cuaternarios, el río Milanillos, cuyas fuentes más altas están en los granitos de los términos de Otero de los Herreros y Ortigosa del Monte, al norte de la Peña del Oso y de los Picos de Pasapán, y después de cruzar la creta frente á Fuente Milanos, se aumentan con el río Frío ó arroyo de

resultando que éste corre desde su nacimiento con gran declive, mientras que en todo el resto de su curso la pendiente es pequeña.

Revenga, que desciende desde el gneis del puerto de Fonfría y cruza el Real Sitio de su nombre.

El río Moros, llamado antiguamente del Oso, y que después del Voltoya es el principal afluente del Eresma, tiene su origen en los granitos del Guadarrama, entre la Peña del Oso y el cerro de Los Tres Picos, y corriendo primero á Poniente por junto á las ventas de La Campana y de El Aguadillo; frente á la fonda de San Rafael, traza una gran curva, cruza la carretera de Madrid á Segovia y llega al pie del cerro del Caloco, donde se aumenta con varios arroyos, sobre todo el llamado del Cristo, que nace también en granito á levante de la Peña del Avellano, en la sierra de Malagón, y baja por El Espinar. Sigue hacia el Norte el río Moros por el término cretáceo de Vegas de Matute y Guijas Albas, donde entra en el terreno diluvial, recibiendo antes de Lastras del Pozo el riachuelo Pierga ó Cardeña, que desde las rocas cristalinas de Las Navas de San Antonio desciende con bastante caudal por Ituero y Monterrubio. Riega el Moros á Juarros; crece tres quilómetros después con el arroyo de Santa Cristina, que nace en el lindero de Ávila, en los altos de San Bernabé, correspondientes á la sierra granítica de Ojos Albos, y corre luego por arenas cuaternarias, entre Ituero y Villacastín, para en el término de Bercial absorber el arroyo de Zorita, que viene del pinar de San Andrés en Labajos y alcanzar el río Moros, que continúa á poniente de Anaya y Añe sin más afluentes que el arroyo de Aragoneses y Paradinas, hasta desaguar en el Eresma en el puente de Vargas.

Para concluir la descripción del río Eresma, que además de los aquí citados, recibe, sobre todo en tiempo de lluvias, aguas de varias arroyadas, diremos que en la parte más alta de su cuenca existen diversas acequias y caces, algunos bastante importantes, y añadiremos algunas palabras referentes á los proyectos ideados desde hace largo tiempo para enlazar por medio del río la ciudad de Segovia con el Canal de Castilla.

En 1752 y 1753, D. Antonio de Ulloa y D. Carlos Lemann, que habían sido comisionados el año antes para reconocer el territorio de Castilla la Vieja y ver la manera de cruzarlo con canales de riego y navegación, demostraron la posibilidad de trazar uno que con 47 leguas de desarrollo fuese desde Golmir, cerca de Reinosa, hasta Segovia. En el estudio se fijaba que en las inmediaciones de esta última ciudad deberían tomarse las aguas del Eresma, y seguir dentro

de la cuenca del mismo río hasta Olmedo y Valdestillas para alcanzar el Duero en el sitio en que á éste se reunen el Adaja y Pisuerga, que era donde debía llegar el canal procedente de Reinosa, arreglando desde Valladolid el cauce del último río. Resultaba, pues, que el ramal de Segovia se compondría de una gran sección en el valle del Eresma, y otra mucho menor en el del Adaja, sin que las obras presentasen circunstancias técnicas de excepcional dificultad en una longitud de unos 100 quilómetros.

Este proyecto de Ulloa y Lemann llegó á ejecutarse, después de un siglo, para la parte del canal comprendido entre Reinosa y Valladolid; pero en lo que se refiere á la sección de Segovia nada se ha hecho, y es posible que jamás se haga, pues los ferrocarriles han venido á anular, á lo menos por muchos años, las ventajas que para los transportes ofrecían antes los canales.

Río Voltoya.—Aun cuando, como ya sabemos, este río es tributario del Eresma, conviene, no obstante, que lo consideremos aparte, ya que dentro de la tierra segoviana tiene una larga carrera, y sólo va á perder sus aguas cerca del lindero septentrional del país.

Nace el Voltoya en el granito del alto de Las Peñas, en el cerro de Villares, que corresponde á la vertiente meridional de la sierra de Ojos Albos, y marcha de Levante á Poniente con escasa inclinación por un lecho arenoso, penetrando en la provincia de Ávila; aquí tuerce bruscamente hacia el N., y cortando la sierra se precipita por un cauce estrecho y profundo, abierto entre pizarras micáceas; pasa en Mediana por entre canchales de granito, y 10 quilómetros después, cerca de Tolbaños, entra, marchando siempre al Norte, en el terreno diluvial, por el que sigue, penetrando por la venta de Almarza en tierra de Segovia; riega aquí los términos de Muño Pedro, Cobos, Martín Muñoz de las Posadas, Juarros de Voltoya, Aldeanueva del Codoñal, Moraleja de Coca y Santiuste de San Juan Bautista, alcanzando, como ya sabemos, el Eresma al noroeste de la villa de Coca, después de regar su fértil y extensa huerta.

Pasa de 40 quilómetros el curso del Voltoya en la provincia de Segovia, todo entre arenas diluviales, y una corrida próximamente igual es la que efectúa en el territorio de Ávila.

Tiene el río que describimos algunos afluentes de poco interés en la primera parte de su curso, como el arroyo Serones y el río Tuerto; y cuando llega frente á Aldeanueva, prescindiendo de otros arroyuelos, recibe por la derecha el de Las Cercas, que nace en el terre-

no cuaternario de Gemenuño, toca en la creta de Hoyuelos y los filadios cambrianos del sur de Melque, y con rumbo general al Norte desagua poco después su reducido caudal.

Más abajo, en el pinar de Hidalgos, del término de Coca, tributa, también por la derecha, al Voltoya, el río Balisa, que baja desde Santovenia, y con dirección de Sur á Norte cruza la creta del pueblo que le da nombre, sigue por el cambriano de Ochando y Nieva para alcanzar el terreno diluvial de Nava de la Asunción, y entrega sus aguas al Voltoya.

Río Adaja.—Este río, que en la provincia de Segovia no hace más que servir de límite en una corrida de unos 12 quilómetros, desde Arévalo, pueblo de Ávila, sito en el mismo lindero provincial, hasta el mojón divisorio de Valladolid, Segovia y Ávila, tiene en esta parte de su curso un profundo cauce entre el terreno diluvial; y aun cuando no tengamos para qué detenernos en su descripción, hemos de decir que nace en el puerto de Villatoro, en territorio abulense, y después de 150 quilómetros de corrida desagua en el Duero, casi frente al Pisuerga, llevando entre otros tributarios el río Eresma, que nosotros hemos descrito.

Resulta de los aforos hechos en 1869, que el Adaja, 500 metros antes de recibir el Eresma, llevaba un caudal de 0'714 metros cúbicos por segundo en el mes de Octubre, y 3'015 en Diciembre, mientras que después de la reunión de ambos ríos el mínimo en el mismo mes de Diciembre era de 11 metros cúbicos por segundo, y cerca de 51 como máximo, siendo evidente que la mayoría de las aguas procedían de la corriente que primero pierde el nombre.

Completan la hidrografía segoviana los arroyos de La Nava, de Pardilla, de Pradales y Onrubia, de Aldehorno y Botijas, todos situados en el norte de la provincia.

El primero de ellos nace en tierra de Soria y por ella corre hasta Castillejo de Robledo, desde donde sirve de lindero para las provincias de Segovia y Soria durante unos 6 quilómetros, y otros tantos después limita los territorios segoviano y burgalés, hasta Santa Cruz de Salceda, desde donde corre al Duero.

Los arroyos de Pardilla, de Pradales y Onrubia y de Aldehorno, después de caminar algunos quilómetros por nuestra provincia, se juntan en tierra de Burgos para tributar al río Riaza.

Por fin, el arroyo Botijas se origina en el contacto de los terrenos cretáceo y triásico, en los cerros de Torre Adrada, y penetrando en

el terciario de Valtiendas, sigue por Cuevas de Provanco á la provincia de Valladolid, para desaguar directamente en el Duero, cerca de Peñafiel.

Citemos, por último, el arroyo que desde el este de Abades baja á Martín Miguel, perdiéndose entre las arenas diluviales.

ARRASTRES DE LOS RÍOS.

Las inundaciones tan terribles en otras comarcas son de escasa importancia en la provincia; pero los ríos conducen grandes cantidades de arenas y limo que se pierden completamente, y que por lo menos el segundo pudiera ser de excelente provecho en la agricultura.

Como muestra del poder de arrastre de los ríos, recordaremos que el Duratón, en una avenida ocurrida el 24 de Mayo de 1853, depositó frente á Burgomillodo una masa de arenas de más de dos metros de espesor en una buena extensión de la orilla derecha del río, representando este acarreo un volumen de 20000 metros cúbicos transportados en pocas horas.

Respecto á los arrastres de tierras en épocas casi ordinarias, vamos á presentar tres ejemplos á fin de que se pueda tener idea de los efectos producidos por las corrientes de agua del país.

Primer ejemplo.—Recogida el agua del río Pirón en 14 de Julio de 1885 después de un temporal de lluvias que habían determinado una crecida tan grande que el día anterior destruyó el puente de la carretera entre Pinarnegrillo y Carbonero el Mayor, dió por filtración un residuo de 20 centígramos por litro, ó sean dos quilogramos por metro cúbico. El aforo del río era de 15 metros cúbicos por segundo, y, por tanto, arrastraba 30 quilogramos de limo al segundo, 108000 en una hora y 2.592000 al día, es decir, un volumen de más de 2000 metros cúbicos.

Segundo ejemplo.—El agua del rio Cega, tomada después de su confluencia con el Cerquilla en el término de Cuéllar, en el mismo mes y año del ejemplo anterior, daba por filtración un residuo de lodo que representaba 25 centígramos por litro, ó dos y medio quilogramos por metro cúbico; y como el caudal del río pasaba de 20 metros cúbicos al segundo, había un arrastre de limo de unos 4000 metros cúbicos cada día.

Tercer ejemplo.—Durante los últimos días del mes de Junio de

1885, el río Eresma pasaba turbio por Segovia, y el aforo acusaba un volumen de agua por segundo de más de 16 metros cúbicos: recogido el líquido y filtrado dió un residuo de 15 centígramos por litro, ó sea quilogramo y medio por metro cúbico, es decir, un acarreo de 24 quilogramos al segundo, 86400 en una hora y 2.076600 al día, ó sea un volumen de tierras que se aproxima á 2000 metros cúbicos, para una cuenca hidrográfica de tan poco desarrollo como tiene el río en la localidad.

Sorprende la enormidad de estos arrastres teniendo en cuenta los muchos días que los ríos llevan aguas turbias, y sin embargo, á pesar de su interés, para la generalidad de las gentes pasa inadvertido el fenómeno.

FUENTES.

Por demás conocido es que el agua de los manantiales es aquella parte de los hidrometeoros que después de caer sobre el terreno se filtra á través de las rocas, y reuniéndose en las cavidades subterráneas vuelve á salir á la superficie en puntos naturalmente más bajos que aquéllos de donde procede, y precisamente en el contacto de capas de diferente permeabilidad.

Abundantísimas son las fuentes en la provincia, lo que se comprende bien, pues por una parte las sierras que se alzan al Mediodía sirven de receptáculo á las nieves que, cayendo durante el invierno, se funden poco á poco para dar alimento á las filtraciones, y por otro lado en gran parte del pais hay rocas permeables, principalmente las calizas y arcosas de la creta y las arenas diluviales, las cuales descansan sobre capas más impermeables que se oponen al paso de las aguas filtradas por las primeras y hacen brotar á la superficie en las depresiones y barrancos multitud de veneros.

En general podremos decir que los manantiales de las rocas cristalinas y silurianas son poco profundos y de circulación subterránea de escaso desarrollo, y evidente su relación con los ventisqueros de la sierra, mientras que las fuentes que asoman en el contacto de la formación cretácea con las que le son inferiores, recorren á través de las capas de la primera trayectos largos, siendo su origen debido completamente á las filtraciones de los hidrometeoros; y otro tanto sucede con los manantiales que surgen en el mismo terreno cretáceo ó en los terciario y cuaternario entre capas de diversa permeabilidad.

Varias de las fuentes que vamos á citar en diversos pueblos de la provincia, sitos en el contacto de dos formaciones geológicas distintas y algunas que asoman en otros lugares cuyos alrededores son de un terreno determinado, las referimos, no obstante, á otro más ó menos próximo, porque evidentemente hemos podido comprobar de dónde dimanan las aguas.

Sentados estos preliminares, comenzaremos la descripción de las fuentes, empezando por las que se originan en los terrenos más antiguos, y seguiremos así hasta llegar á las procedentes de las formaciones geológicas más modernas, considerando que de este modo proporcionamos datos de valer para la hidrografía del país, ya que haremos conocer en qué clase de rocas son mejores y más abundantes los manantiales, y por tanto dónde, en casos determinados, podrá intentarse con mejor éxito el alumbramiento de veneros.

FUENTES DEL TERRENO GRANÍTICO.

Prescindiendo de las muchas que ya están citadas al describir los ríos y arroyos que brotan en la parte más áspera y quebrada de la provincia, aún hemos de mencionar otras que, como las primeras, son de riquísimas y abundantes aguas.

En Collado Hermoso hay dos fuentes de gran caudal, principalmente la denominada *de Ayuso*, que da origen al arroyo del mismo nombre: y en El Espinar, además de dos fuentes públicas de excelentes aguas, hay abundosos manantiales en el término, como que forman diversos arroyos, entre ellos el de *Budillos*, con caudal suficiente para mover algunos molinos.

En La Mata del Quintanar hay también buenas fuentes; pero, sobre todo, donde éstas son más numerosas y de mayor interés es en el Real Sitio de San Ildefonso, para cuya descripción seguiremos á los Sres. Breñosa y Castellarnau, que han hecho un estudio detallado de la comarca (1), teniendo en cuenta la Descripción del Real Sitio de San Ildefonso, sus jardines y fuentes, por D. Santos Martín Sedeño, obra de que existen seis ediciones desde 1825 á 1854, las últimas aumentadas por el Dr. D. Andrés Gómez de Somorrostro.

Los manantiales que surten las fuentes que adornan los jardines de

(1) *Guía del Real Sitio de San Ildefonso:* Madrid, 1884.

La Granja, son los arroyos Morete y Carneros y la acequia de Peña Lara, derivada del arroyo del mismo nombre; aguas que reunidas en el Parque Real y aumentadas con las de los arroyos Cabrerizas y Chorranca, llegan á una presa de distribución, donde se dividen en dos partes: una destinada á la alimentación de un gran depósito llamado *el Mar*, desde donde salen para la mayoría de las fuentes monumentales, mientras la otra marcha por un canalillo al estanque *Cuadrado*, que es el depósito de aguas potables que se consumen en el barrio alto de la población, y que además alimenta los estanques *de las Ranas* y *del Charco*, saliendo el sobrante, cuando lo hay, por el antiguo cauce del arroyo Morete.

Importancia y mucha tienen los manantiales de La Granja, considerados en absoluto, para la hidrografía provincial; mas como para ésta carece de valor el detallar las fuentes de adorno que con ellos se alimentan, prescindiremos de hacer una descripción de las mismas, que sólo debe intentarse como cuestión artística, y pasaremos á enumerar las verdaderas fuentes que surgen dentro del terreno de la posesión real.

La fuente *del Colmenar* está en la partida reservada del mismo nombre, y su temperatura varía con la del medio ambiente, denotando un curso superficial y, por tanto, bastante diverso.

Mucho más uniforme es el temple de la fuente *del Cañón*, sita en la calle del Infante, encima de la Huerta, que no pasa en el verano de 13° C., descendiendo en invierno á menos de 8° C.

La fuente *de la Faisanera*, que está en el sitio reservado del mismo nombre, es de temperatura bastante variable y su caudal de poca importancia.

Es conocida la temperatura estival y la invernal de la fuente *Fria*, que mana en la vereda del último pino, y no excede de 12° C. la primera ni baja de 6° la segunda, lo mismo que sucede á las denominadas *del Gordero* y *de la Huerta*, sitas respectivamente junto á la puerta del Laberinto y en la partida de su nombre.

La fuente *de la Mimbrera*, que se ve á la entrada del vivero, es la que sufre alteraciones mayores en su temperatura, pues desde 15° C. á que llega en Agosto, desciende rápidamente, y en Octubre no pasa de 10°, bajando á 4 en Diciembre y Enero para volver á subir hasta 10° en Junio y 12 ó 13° á mediados de Julio.

Brota frente á la puerta principal del Parque la fuente *del Niño*, cuyo caudal es escaso; pero lo tienen mayor la *del Piro*, *del Rey* y

de La Reina, sitas respectivamente en la vereda de La Puerta del Cebo, al norte de La Casa de la Góndola, y en el bosquete contiguo á una de las fuentes de Las Tazas, siendo la primera muy celebrada por la bondad de sus aguas, y la segunda de ellas tenida por la más fria de la posesión, pues á fines de Agosto no llega á 12° C., y la media invernal oscila alrededor de 6° C.

En otros diversos puntos del Pinar y los montes de Valsaín, brotan numerosos manantiales de agua excelente, cuya temperatura en el rigor del verano oscila entre 8 y 11° C., y las fuentes principales son la *del Milano,* sita á la izquierda del camino que va á la cueva del Monje, medio quilómetro antes de llegar á este sitio; *del Corral de Vacas,* en las praderas de Peña Lara; *de la Rendija,* así llamada porque brota en la hendidura de una gran roca, en la falda occidental del cerro dicho Silla del Rey; *del Intendente,* la más fría de todas, y que asoma por bajo de Peña Citores, en el límite del pinar; *del Pájaro,* que surge en el camino viejo del puerto de La Fuenfría, dos quilómetros más allá de La Cruz de la Gallega; *de los Reventones,* que nace en la vertiente meridional del cerro Pelado; *de los Palominos,* sita en la ladera del sur de La Camorca Grande; *de la Royonda,* que origina un arroyo en el camino viejo del puerto; *del Perro,* que se ve en la carretera de Villalba, cerca de La Boca del Asno; *de Matagallegos,* que brota en la misma carretera junto á la casa de La Machorra; *de La Peña de los Acebos,* lindante con el pinar y la mata de Navalhorno; *de La Plata,* que nace en el ángulo sudeste de la tapia de los jardines; *de La Peña del Gato,* en la mata de Navalcaz; y por fin, la *de Santa Isabel,* que es ferruginosa y brota en la mata de Navalosar, fuente de la cual hablaremos más tarde.

Consta en la obra de Sedeño que de las aguas de la mayor parte de estas fuentes se hicieron el siglo pasado algunos ensayos, por los que se comprobó ser excelentes para la bebida y todas las necesidades domésticas.

FUENTES DEL TERRENO ESTRATO-CRISTALINO.

Si pudieran detallarse con toda exactitud los sitios de la provincia ocupados por el terreno en cuestión, sin duda se citarían tantos ó más manantiales originados en él, que los mencionados como naciendo en el granito; pero, no obstante, aún es fácil recordar un buen número de veneros caudalosos é interesantes.

Entre grandes peñascos asoma á un quilómetro al sur de Arcones el arroyo Monicio, producido por una fuente tan abundante, que las aguas sirven para dar movimiento á un molino de dos piedras, y es de notar que 20 metros después aquéllas se ocultan, hasta que dos quilómetros más abajo aparecen de nuevo para mover otro molino en el término de Prádena.

El pueblo de La Armuña está situado sobre un asomo de rocas estrato-cristalinas en que se apoyan por el Norte las pizarras cambrianas y por el Mediodía los materiales cuaternarios; y aun cuando parece á primera vista que las aguas que se hallan en la localidad han de proceder de la filtración á través de las capas de las formaciones superiores, y así sucede, en efecto, para varios manantiales del país, hay que considerar aparte, y como procediendo de entre las rocas estrato-cristalinas y de gran profundidad, la llamada *fuente Caldilla*, que nace cerca del pueblo y arroja el agua en surtidores de tanto volumen que forman un arroyo con que se movian dos batanes y un molino. La temperatura de estas aguas es de 25° C., por lo cual aparecen como muy calientes en invierno y sólo templadas en verano. Su empleo sería provechoso en ciertas enfermedades nerviosas.

En Cuesta, Navafría, Navas, Ontoria, Palazuelos y Revenga hay buenos y abundantes veneros que brotan entre el gneis y las micacitas, y en Riaza deben mencionarse las fuentes de ricas y delgadas aguas que nacen entre las rocas estrato-cristalinas del término, sobresaliendo las *de Nuestra Señora de Hontanares*, *de La Nevera*, *El Escorial* y *El Chorrito*, además de la *del Cubillo*, que está dentro de la villa.

También son notables los manantiales de Riofrío de Riaza, Salceda, Siguero y Tabanera del Monte, que, como los antes citados, sólo presentan el inconveniente de su excesiva frialdad, como producción directa de los ventisqueros de la sierra.

Aún consideraremos como fuentes originadas entre las rocas del terreno estrato-cristalino todas las de Segovia, cuyas aguas lleva el famoso acueducto de que vamos á decir algunas palabras.

Uno de los monumentos más notables que de la antigüedad se conservan en nuestra nación, es el *puente* ó *acueducto de Segovia*, no sólo por su magnificencia, sino porque después de veinte siglos aún presta el servicio para que fué construido, pareciendo desafiar los irresistibles estragos del tiempo (1).

(1) *El acueducto y otras antigüedades de Segovia*, por el Dr. D. Andrés Gómez de Somorrostro: Madrid, 1820.

El agua que conduce tan soberbia fábrica procede de las micacitas, y el gneis de la falda noroeste de la sierra de La Fonfría, intermedia entre Los Siete Picos y La Peña del Oso, donde nace el riachuelo llamado Riofrío, del cual se escota, á distancia de unos 15 quilómetros al sud de la ciudad, una hila real de agua; esto es, el volumen del prisma que en veinticuatro horas puede pasar por un rectángulo de 22 centímetros de altura y 44 de base; y el agua, guiada por una acequia ó caz descubierto, desciende casi insensiblemente de la sierra, y con pocos rodeos atraviesa 8 quilómetros por entre cerros y peñascos, bajando al sitio de Los Hoyos, al pie de la cuesta de la venta de Santillana, y cruzando la carretera de San Ildefonso, llega á un depósito junto á la Plaza de Toros de la capital, desde donde puede decirse principia el acueducto, que salva la profundidad del valle que rodea el cerro en que se halla la población.

Un canal enlaza el depósito con una primera arqueta, en la que se aclaran las aguas, saliendo el sobrante por una compuerta ó registro para alimentar el arroyo Clamores, siguendo el conducto por Los Cañuelos, donde se distribuyen algunas aguas; continúa hasta otra arqueta, frente al Convento de San Gabriel, donde comienza una gruesa pared de sillares, sobre la que está colocada la canal, y á corta distancia empieza la obra de pilares y arcos que con cuatro alineaciones distintas va á ganar el alto de la ciudad.

En la primera dirección del acueducto sólo hay 6 arcos con 7 metros de altura y 60 de longitud; en la segunda, que apenas varía de la anterior, se hallan 25 arcos de 8 metros de altura y 154 de corrida; en la tercera existen 44 arcos con altura máxima de 12 metros y una longitud de 270, siendo muy notable el pilar del último de estos arcos, pues forma una curva muy pronunciada para torcer la alineación de la obra, que sigue con dos órdenes de arcos sobrepuestos, habiendo 43 en la parte baja y 44 en la superior, todos éstos de igual altura (12 metros), mientras que cambia la de los inferiores con relación al desnivel del piso, que desciende hasta la plaza del Azoguejo y vuelve á subir hasta la muralla. Así resulta que en el arco por donde se entra á la calle de San Antolín tienen los pilares 23 metros, y en la plaza antes citada, que es el sitio más profundo, 28 metros, mientras que al tocar á la muralla se reducen á 16, siendo la corrida de esta última parte del acueducto de 275 metros.

La obra primitiva aún continuaba por dentro de la muralla, pues

todavía se conservan 4 arcos, y se conoce en el muro que hay después la señal de algún otro, y es, por tanto, seguro que seguirían hasta la Plazuela del Seminario, donde existe una arqueta y comienza la canal llamada *Madre del agua*, que atraviesa la ciudad por las calles de los Huertos, Ancha, Cuatro Calles, Plaza de la Constitución, Leones y Canongía nueva, y que cubierta de bóveda tiene altura suficiente para que pueda pasar un hombre y guiar los repartimientos del agua á las fuentes públicas y de particulares que existen hasta el Alcázar, en cuyas inmediaciones se vierte por la muralla el agua sobrante para bajar al Eresma.

Como dentro de la muralla resulta para el acueducto una corrida de 54 metros, se infiere que la antigua fábrica constaba de 170 arcos, de altura variable entre 7 y 28 metros, y una longitud total de 813 metros.

En toda la obra, por cima de los arcos hay una pared de sillarejos de unos dos metros de altura, en la que va metida la canal del agua, y para que ésta marche con suficiente velocidad tiene el acueducto la pendiente de medio por ciento próximamente.

Los pilares que sostienen los arcos son de planta rectangular de dos por tres metros; pero no hay completa uniformidad, aun cuando á primera vista no se descubra, y las dimensiones se reducen ó aumentan puede decirse que á capricho del constructor. Lo que sí es visible que cada 4 metros de altura aquéllos disminuyen de grueso, y en el resalto corre una imposta formando un adorno muy sencillo y agradable. Es también distinta la amplitud de los arcos, habiendo variaciones de cerca de medio metro; pero esto es imperceptible, y sólo después de medir se nota que los más bajos son también los de menos luz.

Sobre los arcos quedan aún restos de una cornisa general, y en los arranques de aquéllos unos adornos de voceles y filetes. Además, en los tres pilares más altos, y por cima de la serie de arcos inferiores, hay una especie de cartela, formada por tres hiladas de piedras, que tiene 16 metros de largo por 2 de alto, y por las señales que quedan se juzga que allí estuvieron las letras de la inscripción puesta primitivamente en la obra. Encima de esto, en el pilar central, á una y otra cara, existen dos nichos donde se debieron colocar estatuas que desde 1520 están sustituidas por las imágenes de San Sebastián y de Nuestra Señora del Carmen.

Toda la fábrica está hecha de sillares de granito de grano grueso

que con el tiempo han tomado un color obscuro que da aspecto más serio á la obra. Las piedras están sólo labradas á pico en las caras exteriores; pero hechas con tanto cuidado las junturas y lechos, que se ajustan perfectamente unas á otras sin necesidad de argamasa alguna.

Algunas reparaciones ha necesitado el acueducto, pero sólo en los arcos menos elevados, y la principal se hizo en 1484, reedificando 36 arcos de la segunda alineación; y aun cuando se procuró por el director de los trabajos, Fr. Juan Escovedo, religioso de El Parral, imitar lo antiguo, la diferencia es bien sensible.

El caudal de agua en las afueras de la ciudad es de 72 litros por segundo, y al entrar en el pueblo no pasa de 27 por las sangrías que ha sufrido. Es decir, que se dispone al principio y al fin del puente de 1900 y 720 reales fontaneros; y suponiendo 15000 habitantes en la ciudad, cada uno cuenta con un surtido de más de 400 litros al día.

Para surtir las fuentes de la ciudad se usa la medida llamada de cuartillos, que equivale al real fontanero de Madrid [1], satisfaciendo los particulares 20 pesetas al año por cada cuartillo, de los que hay concedidos unos 300, contando con las fuentes públicas, que son las veinte siguientes:

NOMBRE DE LAS FUENTES.	Caños que tienen.	Cantidad de agua en cuartillos.
Azoguejo	3	3
Barribuelo	2	2
Camino Nuevo	1	3
Canaleja	1	2
Caño Seco	3	3
Cañuelos	1	2
Flores	1	2
La Reina	1	2
Mala Bajada	1	2
Mercado	2	2
Real	1	2
Romero	2	2
Salón (dos)	1	1
San Cebrián	1	2
San Francisco	2	2
San Juan	1	1
San Justo	2	2
San Martín	1	2
Santa Lucía	2	2

(1) Dos litros por minuto próximamente.

Con las aguas sobrantes de todas las fuentes se surten más de 500 pozos ó aljibes, cuyos dueños han venido pagando por este servicio solamente una peseta al año hasta mediados de este siglo, y ahora satisfacen 2'50 pesetas.

Dada la procedencia de las aguas que llegan por el acueducto, se comprende bien sean frescas en verano, demasiado frías en las demás estaciones y de una pureza y calidad inmejorables, pudiendo competir con las del Canal del Lozoya en Madrid.

En un ensayo hidrotimétrico sólo han acusado 4 grados de la probeta, es decir, que casi no llevan substancias en disolución, lo que es fácil admitir, pues en las rocas estrato-cristalinas, donde brotan, no hay apenas sales solubles, ni aun contando con temperatura y presión muy superiores á las que existen en el caso presente.

FUENTES DEL TERRENO CAMBRIANO.

Esta formación geológica, que se extiende en la provincia alrededor de Santa María de Nieva, está constituída en totalidad por pizarras y filadios impermeables; y teniendo además en cuenta las condiciones de altitud, se comprende desde luego que los veneros han de ser muy escasos en la comarca.

Resulta, en efecto, que en Aragoneses, Domingo García, Miguel Ibáñez, Ortigosa del Pestaño y Pascuales, pueblos que están situados en la superficie cambriana, los manantiales escasean tanto, que para las necesidades de los vecinos y abrevar los ganados generalmente se usan las aguas de pozos y balsas, y si en Pinilla-Ambroz y Tabladillo hay fuentes, son escasas y de medianas aguas.

Por fin, en Santa María de Nieva un pozo público que hay se conoce con el nombre de *Fuente Buena*, y se da el caso de que muchos veranos hay que recurrir á los pueblos comarcanos para satisfacer la necesidad de agua, que no llena ni el pozo público ni los que hay en muchas casas del pueblo.

FUENTES DEL TERRENO SILURIANO.

Escasa es la permeabilidad de las cuarcitas y pizarras silurianas, y menguados han de ser los manantiales que en ella broten, si circunstancias especiales de altitud no compensan aquella desventaja. Así es que en la mancha siluriana del norte de la provincia de Se-

govia, donde están enclavados los pueblos de Carabias y Pradales, las fuentes son escasas; y si entre las pizarras de la sierra los manantiales son más frecuentes, débese á estar alimentados por las nieves, que, entre otras menos abundantes, dan origen á las fuentes de *Mingo Hierro*, en Becerril; del *Manantial*, en Madriguera; de *Sanchipiera* y *Peñota*, en Martín Muñoz de Ayllón; del *Cubo*, en Negredo, y las de *Alquite*, *Muyo* y *Serracín*, sin contar las que hemos citado al describir el río de Ayllón.

FUENTES DEL TERRENO TRIÁSICO.

Por limitada superficie se extienden las rocas triásicas en el norte de la provincia; y de naturaleza esencialmente margosa, ni dan origen á numerosos manantiales, ni los que entre ellas se encuentran son de buena calidad.

Así sucede en Aldeanueva de la Serrezuela y en Onrubia, únicos pueblos correspondientes al terreno en que nos ocupamos.

FUENTES DEL TERRENO CRETÁCEO.

Ya hemos indicado que las fuentes correspondientes á la formación cretácea se presentan por bajo de las calizas cavernosas, y aun de las arcosas que constituyen el terreno; y así se ve que los manantiales más abundantes se encuentran al borde de las manchas cretáceas que hay en el país, y aun en lugares que, á pesar de corresponder á otros terrenos más modernos, cuentan con las aguas dependientes del que ahora hablamos.

Como regla general puede decirse que, si no todos, la gran mayoría de los pueblos sitos en, ó cerca del, terreno cretáceo tienen fuentes abundantes; y prescindiendo de las que nada ofrecen de particular, mencionaremos las principales, advirtiendo que todos estos veneros nunca son tan puros como los que brotan en las rocas cristalinas; como es fácil comprender, pues el curso subterráneo es distinto, y distinta es también la solubilidad de los materiales por entre que circulan las aguas antes de salir á la superficie.

En Arevalillo, entre las rocas cretáceas existe, entre otras menos importantes, la fuente *de Valderraya*, de gran caudal, que va á aumentar el río Cega, y cuyas aguas son excelentes para todos los usos domésticos.

Procede también de la formación cretácea, que domina á Balisa por poniente, el agua de las cinco fuentes que hay en el pueblo, siendo la principal la denominada *del Otero*, de aguas muy buenas y cristalinas.

Junto á las casas de Brieva se encuentra una fuente de agua cárdena, muy estimada para abrir el apetito, y hay otras dos, llamadas *de Adrada* y *del Charcón*, que aprovechan los vecinos.

Cerca de Burgomillodo, donde el río Duratón corre entre escarpados tajos, brota una fuente que movía un batán que allí existió hasta fines del siglo XVII. Las aguas se vierten á los pocos pasos en el río, y en lo alto de las peñas se encuentra además la fuente *de San Frutos*, cuyo origen milagroso, según la tradición, hemos apuntado al hablar del río Duratón.

Son muchas y abundantes las fuentes del término de Caballar; pero sobresalen las tituladas *Santa* (1), *Fresnera* y *Redonda*, que originando un arroyo sirven, no sólo para el consumo de los habitantes y ganados, sino para el riego de las huertas que siguen hasta Turégano.

La fuente *de La Mina*, en Carbonero el Mayor, se alimenta con las filtraciones del terreno cretáceo del mediodía del pueblo, y para recogerlas hay una galería subterránea abierta en los filadios impermeables en que descansa la población. Esta galería atraviesa de N. á S. gran parte del lugar y está abovedada, pero con altura muy desigual; pues si, ordinariamente, no pasa de dos metros, en algunos puntos llega á cuatro, habiendo varias arquetas donde se aclaran las aguas, que siguiendo una cañería de barro cocido, se vierten por dos caños en un pilón de más de ocho metros cúbicos de capacidad.

En Casla, Duratón, Fresnillo de la Fuente, Fuente Milanos, Gallegos; Matabuena, Muñoveros, Moral, Navares de las Cuevas, Otero de Herreros, Pedraza, Prádena y Revilla, hay fuentes buenas, y tan abundantes algunas que originan arroyos de curso permanente y caudaloso.

(1) «Cuenta la tradición que después de la muerte de San Frutos en el año de 715, sus hermanos se retiraron junto á Caballar, donde al fin fueron martirizados y degollados por los moros, que arrojaron sus cabezas en la fuente que hoy se llama *Santa;* y siempre que las lluvias escasean, los habitantes de la comarca llevan en procesión las cabezas de San Valentín y Santa Engracia hasta la fuente, produciendo las rogativas maravillosos efectos.» (Flórez, *España Sagrada*, tomo VIII. pág. 92.)

Sepúlveda está edificada en lo alto de un cerro; y aun cuando esta posición topográfica es poco á propósito para tener fuentes, existe la de dos caños llamada *de San Andrés*, y la *del Rivero*, que con otras tres para los usos domésticos, si no surten por completo todas las necesidades de la población, hacen no sea siempre necesario subir las aguas de los ríos Castilla y Duratón, que pasan al pie del pueblo.

Hay en Turégano una abundantísima fuente que viene encauzada hasta la Plazuela de Santiago desde las arcosas irisadas de la creta, que distan próximamente un quilómetro, y que al descansar en el granito sueltan el agua que las ha atravesado, después de cruzar las calizas rojizas de lo alto de la formación.

Es probable que las fuentes de Villacastín tengan su origen en la creta, dada la calidad del agua, que no es tan superior como la procedente de los granitos; rocas que dominan el pueblo por el Sur, mientras que al Este es donde se halla la formación cretácea.

En 1771 se construyó en la Plaza de Zamarramala una fuente alimentada por un manantial encañado desde el sitio que llaman *Rubiales*, en el término de Bernuy de Porreros: la cañería, de 5 quilómetros de longitud, fué dirigida por Fr. Martín de Santa Rosa; se destruyó en gran parte en 1804; se restauró malamente á mediados de este siglo, y después ha sufrido varias recomposiciones poco hábiles, por lo que siempre que se desea agua escogida se acude á la *de la Fuencisla (Font stillans)*, que brota en el término de Segovia, junto al santuario de su nombre y al pie de las peñas de caliza cretácea, denominadas Las Grajeras.

Aún debemos citar las fuentes del monasterio del Parral de Segovia, que en condiciones de nacimiento análogas á la de la Fuencisla riegan «los huertos del Parral, paraíso terrenal,» como dice la tradición.

FUENTES DEL TERRENO MIOCENO.

Como el sistema terciario medio está representado en la provincia por calizas, margas, arcillas y yesos, rocas que unas son permeables y otras no, desde luego se entiende que no han de faltar las fuentes en este terreno, y, dada la naturaleza de los elementos geognósticos, las aguas han de resultar más cargadas de sales en disolución que las de los manantiales que hemos considerado hasta ahora.

Recordando los veneros principales, citaremos los de Adrados, que dan origen á uno de los arroyos más altos que afluyen al río Cerqui-

lla, fertilizando el término de este pueblo, y los de Cozuelos de Fuentidueña y Frumales, donde además hay otras fuentes.

En Ayllón, además de la fuente de la plaza, que tiene cuatro caños, hay otra de dos en la cuesta del Castillo, y junto al pueblo se hallan la *del Cuervo*, con que se riegan varias huertas, y la *de Santa Lucía*, menos abundante, pero de mejor agua.

Los vecinos de Coca se surten principalmente de la fuente llamada *de los Cinco Caños*, que está á la derecha del Eresma, cuyo puente hay que cruzar para ir á ella desde la población. Es abundantísima y de buen agua, que se vierte en un lavadero y un depósito, á donde afluyen otros veneros. Hay además en Coca otras dos fuentes que denominan *del Pilón* y *de La Alameda*, pero el agua es peor y en menos cantidad que la de los Cinco Caños. Un aforo aproximado da para las tres fuentes de Coca un gasto por segundo de 800 litros, correspondiendo más de la mitad á la primera que hemos citado.

Son numerosas y abundantísimas las fuentes de Cuéllar, pues además de cuatro principales con anchurosos pilones y pilastras adornadas con las armas de la villa, en ésta y en los arrabales hay otras cuarenta por lo menos, que proporcionan riego á jardines y huertas.

En la imposibilidad de describir todos estos veneros, mencionaremos los principales:

Dentro de la huerta del Castillo que domina á la villa había, aún no hace muchos años, un anchuroso estanque donde afluían diversos manantiales que brotan en la misma finca: éstos, naturalmente, existen, pero las aguas se derraman y pierden en mucha parte.

En el antiguo Convento de franciscanos hay también una gran fuente, y aún es más caudalosa la de las monjas de Santa Clara, y sobre todo las dos que brotan en las inmediaciones de la ermita de Nuestra Señora del Henar, capaces de satisfacer las necesidades de 20000 personas que á veces se reunen en la romería que el sábado y domingo más inmediatos á San Mateo se verifica en el santuario.

Hay además otros grandes manantiales en el término y una fuente minero-medicinal, de que hablaremos á su tiempo.

Se explica la abundancia de fuentes en Cuéllar y su comarca, sabiendo que la formación miocena que allí se desarrolla está constituída por calizas cavernosas en la parte superior, en bancos horizontales próximamente, que descansan en otros de margas arcillosas. Siendo permeables las primeras é impermeables las segundas, es evidente que en el contacto se han de presentar veneros cuyo caudal

ha de ser proporcionado á la gran extensión del páramo calizo; y no sólo esto ocurrirá para las fuentes naturales, sino que en cualquier punto donde, perforando las calizas, se llegue á las margas, habrá seguridad de encontrar aguas copiosas.

Aún mencionaremos entre las fuentes importantes del terreno mioceno de Segovia, la *de Mingaduras*, que da origen al arroyo de La Hoz, que afluye al Duratón desde el poniente de Membibre; las de Moraleja de Cuéllar, y las de Olombrada, que constituyen un arroyo que se vierte en el río Cerquilla, junto á Frumales.

FUENTES DEL TERRENO DILUVIAL.

Una gran parte de la superficie que cubre la formación cuaternaria en la provincia de Segovia, está constituída por arenas sueltas completamente permeables y que con toda facilidad dan paso á las aguas de lluvia ó nieve, y en el resto del terreno diluvial las capas superiores son también bastante permeables; pero como, lo mismo en uno que en otro caso, á poca profundidad se encuentran lechos arcillosos, resulta que los manantiales son frecuentes, y donde éstos no salen á la superficie es fácil iluminar aguas con pozos abundantes.

Prescindiendo del último caso, que estudiaremos más adelante, reseñaremos ahora las fuentes que con más caudal surgen entre las rocas cuaternarias del país.

Hay en Aldeanueva del Campanario una fuente de aguas buenas, frescas y abundantes, que goza cierta fama en la comarca, y que indudablemente es de las mejores que brotan en el terreno diluvial; pero no tan fría como la de Arroyo de Cuéllar, que se asegura destruye pronto la dentadura de los que la beben.

En Escalona hay dos fuentes copiosas y saludables, si bien las aguas son gruesas y de temperatura muy variable, como sucede en Fuente de Santa Cruz.

La fuente *de La Recova*, en Garcillán, es bastante caudalosa, y de agua tan buena que puede competir con las mejores de la sierra, no siendo extraño, dada su temperatura baja y constante, que el manantial proceda de las rocas cristalinas, cubiertas en la localidad por el terreno diluvial. En análogas condiciones debe encontrarse el venero principal que existe en Juarros del río Moros, y los de Abades, Martín Miguel y Valverde del Majano.

Hay una fuente en Nava de la Asunción, aun cuando se usa más el agua de pozo; cuatro en el término de Pinilla-Ambrás; tres en el de Rapariegos; dos en el de San Cristóbal de la Vega, y otras dos, denominadas *del Corcho* y *de Sancho Fraile*, en Sotillo, todas buenas y abundantes.

Podría añadirse á los citados algún otro venero, pero de menos valer; y con lo dicho hay lo suficiente para conocer lo principal de cuanto se refiere á las fuentes de la provincia de Segovia.

FUENTES MEDICINALES.

La cantidad relativamente importante de sales y gases que llevan en disolución ciertos manantiales, ó la elevada temperatura con que se presentan, es lo que hace denominarlos minerales ó medicinales y distinguirlos de los ordinarios.

No es la provincia de Segovia, á pesar de lo escabroso de gran parte de su territorio, de las que abundan en aguas minero-medicinales, mas no dejan de existir; y si algunas no son verdaderamente apreciadas, débese más á la dificultad de llegar á los sitios donde brotan que á falta de virtudes terapéuticas.

Para reseñar los manantiales minerales de Segovia, seguiremos el orden alfabético de los nombres de los pueblos á cuyo territorio corresponden, pues no son muchos los que hay que mencionar, y además no están suficientemente estudiados para poder clasificarlos con exactitud.

Arcones.—Hay en este pueblo, además de otras muchas fuentes excelentes, la denominada *del Cubillo*, cuya agua ferruginosa carbonatada, dimanante del terreno cretáceo, produce buenos efectos en los enfermos del estómago. La temperatura del agua el dia 25 de Agosto de 1886, á las siete de la mañana, era de 14° C., siendo 17 la del ambiente.

Armuña.—Ya hemos mencionado la fuente *Caldilla* de La Armuña, que da nacimiento á un arroyo, siendo la temperatura del agua de 25° C.: es algo salina y debe clasificarse entre las medicinales. Este venero debe originarse en el terreno estrato-cristalino.

Burgomillodo.—Existe en este pueblo una fuente mineral, llamada *del Hierro*, procedente del terreno cretáceo, y que, como su nombre lo indica, es de agua carbonatada ferruginosa. Tiene cierta fama en la comarca para la curación de la clorosis.

Caballar.—Cerca del pueblo se encuentra la fuente que denominan *del Cagalar*, de aguas purgantes por la sal de Inglaterra ó sulfato de magnesia que llevan en disolución. Son aguas frías, de muy poco interés y procedentes de la creta.

Cuéllar.—A orillas del río Cega, que; como sabemos, pasa por el término de Cuéllar, brota una fuente de aguas sulfurosas frías que suelen utilizar los vecinos de la comarca como medicamento para las enfermedades cutáneas. Nace entre rocas cuaternarias.

Carbonero de Ahusín.—Un quilómetro al sur del püeblo existe en el terreno diluvial un venero muy abundante de agua templada en invierno y fresca en verano, es decir, de una temperatura media de 22° C. Nos parece que esta fuente y *la Caldilla* de Armuña son muy semejantes, si no idénticas.

Escobar de Polendos.—En el término de este pueblo se halla una fuente de aguas ferruginosas carbonatadas frías que suelen usar los vecinos con buen éxito para la clorosis y las enfermedades del estómago. Procede el manantial del terreno cuaternario.

La Granja, ó Real Sitio de San Ildefonso. Al norte de los jardines y como á 300 metros de la tapia de ellos, entre la puerta llamada del Molinillo y la cascada del Chorro, hay entre las rocas graníticas un venero abandonado hasta 1849, en que, reconocido por el señor D. Pedro María Rubio, se confirmó era medicinal, según tradicionalmente se decía, y construyéndose un buen depósito se levantó una fuente con dos caños, á que se dió el nombre de *Fuente de Santa Isabel.* El agua es clara, transparente, inodora, de sabor algo astringente; deposita un sedimento amarillento rojizo, y tiene 16° C. de temperatura. De los ensayos practicados resulta carece de sales calizas y magnesianas, y sólo contiene una cantidad notable de carbonato de hierro y glerina. Sus virtudes medicinales son las que corresponden á las ferruginosas ligeramente carbónicas, y se usan con provecho en las clorosis y en todas las indisposiciones gástricas procedentes de atonías.

Laguna de Contreras.—Brota entre las margas yesosas del terreno terciario, no lejos del pueblo, un manantial sulfuroso cuya mineralización es escasa, pero lo bastante para que se perciba el olor característico en el agua, que se presenta con temperatura casi constante y poco diferente de la media del país, 12° C., lo que indica arranca de profundidad escasa.

La Losa.—Al norte de la sierra de Guadarrama, cerca del contac-

to de la creta y el terreno granítico, hay en el término de La Losa un doble manantial que se recoge en una fuente, á la cual los naturales llaman *de La Salud*. Las aguas son claras, transparentes, de olor á huevos podridos, sabor repugnante, de una densidad poco mayor que la del agua destilada, desprenden burbujas gaseosas, y tienen la temperatura constante de 15° C.

No hay un análisis completo de esta fuente sulfurosa, y sólo se sabe que D. José Bibiano, antiguo médico de Aranjuez, practicó algunos ensayos, de los que dedujo que contenía:

Hidrógeno sulfurado.
Aire atmosférico.
Carbonato sódico.
Idem cálcico.
Idem magnésico.
Sulfatos de cal y magnesia.
Cloruro sódico.

Corresponden, pues, estas aguas por su temperatura á las frías y por su composición á las sulfurosas, y en bebida se tienen por eficaces en las afecciones cutáneas y reumáticas.

Linares.—Á tres quilómetros de este pueblo, en el camino de Montejo, en la orilla del río de Riaza y en el contacto de las formaciones cretácea y miocena, se halla una fuente de agua mineral, poco abundante y que no se aprovecha porque el río la cubre en las avenidas, y esto, si bien es de sentir, queda compensado con que á menos de 500 metros del mismo pueblo, en condiciones de yacimiento semejantes á las de la fuente citada, se encuentra otro manantial análogo, pero mucho más abundante y conocido por la *Fuente de los Aguachines*, el mismo nombre que dan á los enfermos que la usan.

El caudal es tan copioso que se emplea como motor de un molino, y el agua es clara, transparente, inodora, ligeramente nauseabunda cuando se bebe por primera vez, suave al tacto y desprende burbujas gaseosas que se quiebran en la superficie del líquido, cuya densidad apenas difiere de la del agua destilada, mientras la temperatura, poco variable, es de 20° C.

Hay varios ensayos analíticos de estas aguas; pero el que se considera como más exacto, aun cuando sólo cualitativo, se debe á Don Saudalio Palomino, quien asegura que en 460 gramos de líquido hay

6 de substancias sólidas y cierta cantidad de gases, todo distribuído como sigue:

Ácido carbónico.
Aire con oxígeno en exceso.
Carbonato sódico.
Idem cálcico.
Idem magnésico.
Sulfato cálcico.
Idem sódico.
Cloruro sódico.
Sílice.

Son, pues, aguas salinas frías, y bebiéndolas producen efectos purgantes y sedativos.

Se conocen desde muy antiguo sus propiedades medicinales, y se usan en bebida, y rara vez en baños, por los enfermos del estómago y de padecimientos escrofulosos, que en número de más de 200 acuden anualmente de muchos sitios comarcanos.

Son las aguas minero-medicinales más famosas de la provincia, y si hubiera mejores medios de comunicación, es seguro habría en ellas mucha mayor concurrencia.

Marazuela.—Una de las dos fuentes que hay en este pueblo está tan cargada de sales cálcicas y magnesianas, que puede considerarse como mineral. Se origina en el terreno cuaternario.

Navas de Oro.—Entre los materiales del diluvium del terreno de este pueblo se halla una fuente mineral, según asegura Madoz en su *Diccionario.*

Valdevacas.—Dependiente de la formación cretácea se encuentra en el término del pueblo, en tierra del derruído Convento de Casuar, sufragáneo del de Santo Domingo de Silos, una fuente que lleva el nombre *de la Cenizosa*, por tener color gris obscuro las arenas que, procedentes de las arcosas de la base de la formación geológica antes citada, se ven en el fondo del manantial.

Las aguas son algo cárdenas, astringentes, frías y depositan óxidos de hierro. No se han analizado; pero sus caracteres físicos indican desde luego que son ferruginosas. Se han empleado contra la anemia; pero lo agreste del sitio y su proximidad á Linares, donde, como hemos dicho, hay otros manantiales medicinales, retraen de su uso.

POZOS.

Una de las provincias de España en que, á pesar de la proximidad de la sierra, se bebe más agua de pozo es la de Segovia, pues en más de 70 pueblos no usan otra para los habitantes y ganados, á lo que se agrega que en multitud de granjas y casas de labor no cuentan con otra clase de manantiales.

Hay que hacer constar, no obstante, que semejantes condiciones sólo existen para lugares sitos en el terreno cuaternario, pues fuera de él son muy contadas las poblaciones que se surten de pozos, ya que, como hemos dejado dicho, las fuentes son abundantes y numerosas en las demás formaciones geológicas del país, exceptuando la cambriana, de escaso desarrollo y constituída por rocas de permeabilidad escasa.

Se comprende bien la abundancia de pozos en el terreno diluvial, porque los sedimentos que lo constituyen son, por regla general, como en la segunda parte de esta Memoria explicaremos con todos los detalles suficientes, permeables en la parte superior é impermeables á mayor ó menor profundidad, pero nunca muy grande.

Además, los ríos y arroyos que cruzan la provincia con rumbo general de Sur á Norte para ir á tributar al Duero, cuando pasan por entre las rocas cuaternarias, pierden parte de su caudal, que, filtrándose, va á constituir nuevos veneros subterráneos ó á aumentar los existentes.

Condensando lo que acerca de los pozos de la región que estudiamos hemos reunido, podemos presentar los datos siguientes:

Entre los pueblos que se apoyan en las rocas pizarreñas del período estrato-cristalino, Brieva, además de 3 fuentes, cuenta con más de 50 pozos en las casas; Cuesta tiene un pozo abundante y somero que ayuda á las necesidades del vecindario; Espinar dispone de 2 fuentes públicas y muchos pozos particulares, cuya profundidad media es de unos 8 metros; y en Navas de San Antonio 2 pozos muy abundantes satisfacen todas sus necesidades.

De los diversos lugares que en el término de Santa María de Nieva tienen por subsuelo pizarras cambrianas, Bernardos dispone de 2 pozos de unos 10 metros de profundidad y no muy copiosos, mientras que en Carbonero el Mayor hay más de 200; 7 en Miguelá-

ñez; uno solo en Miguel Ibáñez; otro en Pascuales, y varios en las casas de Santa María de Nieva, además de uno público muy abundante y de buen agua, llamado *Fuente Buena*.

Á pesar de lo numerosos que son los manantiales en el terreno cretáceo, se surten de aguas de pozo en Castro de Fuentidueña, Higuera, Perogordo y Villaseca, pueblo este último que justifica su nombre.

Al llegar al terreno cuaternario ó diluvial, si enumerásemos todos los pueblos en que los pozos satisfacen las necesidades de vecinos y ganados, veríamos que la excepción la constituyen los que cuentan con fuentes; y para no amontonar nombres, sólo citaremos los lugares en que los pozos son más notables.

Hay en Aldeanueva del Codoñal un pozo inmediato al pueblo de más de 15 metros de profundidad, con agua buena y abundante de que se surten todos los vecinos, estando dicho pozo revestido de piedra perfectamente labrada, siendo una obra hermosa que en el país atribuyen á los romanos.

En Abades, Aldea del Rey, Aldeonte, Anaya y Añe, hay pozos en todas ó casi todas las casas, lo mismo que sucede en Bercial, Boceguillas, Bercimuel, Tuenias, Utreros, Fuente de Santa Cruz, Fresno de Cantespino, Garcillán, Martín Miguel, Martín Muñoz de las Posadas, Nava de la Asunción, Roda, San García, Valleruela de Sepúlveda y Veganzones.

Cantalejo aprovecha las aguas de un pozo llamado *La Carrera*, y otros varios se destinan á abrevar los ganados, pues las aguas son gruesas y salobres, lo mismo que sucede en Cantimpalos, donde, sin embargo, hay una buena fuente que origina un arroyo que, después de correr cierto trayecto, desaparece entre las arenas del suelo, siendo los pozos tan someros, que se alcanzan las aguas á metro y medio de profundidad.

No hay más que dos pozos en Ciruelos de Coca; pero uno, apellidado *Bueno*, da abasto á la población.

En Cobos de Segovia tienen tres pozos: uno hace tiempo que sólo recoge aguas en épocas muy lluviosas; otro, denominado *de la Vera Cruz*, es potable, de 10 metros de profundidad y abundante, y el tercero no se usa para las personas, porque su agua es algo purgante.

Domingo García y Duruelo disponen de buenos pozos, mientras que los de Donhierro tienen las aguas más escasas y sosas.

Los dos pozos públicos de Fresneda de Sepúlveda tienen cerca de 20 metros de profundidad, y las aguas son muy gordas, casi lo mismo que sucede en Montuenga y Mozoncillo.

En San Pedro de Gaillos hay cuatro pozos de buena agua, y en Seburcol existen varios pozos profundos y una fuente á flor de tierra.

El pozo de Turrumbuelo tiene 12 metros de profundidad y más de 4 de agua, aun en épocas de sequía, y los de Valseca son más someros, pero no tan abundantes.

Por fin, en Valvieja hay un pozo de muchas y buenas aguas, con cinco pilas de piedra alrededor para abrevar los ganados.

En Lastras de Cuéllar el agua subterránea se revela en todas las depresiones del terreno por medio de charcos y juncales, y en Pinar Negrillo existe un manto de agua casi á flor de tierra, como lo acreditan la multitud de cigoñales que hay alrededor del pueblo.

LAGUNAS Y CHARCAS.

En la sierra Carpeto-Vetónica existen diversas lagunas; pero la mayor parte de ellas no pueden tomarse en consideración, porque pierden sus aguas en la época de los grandes calores. Hay, no obstante, algunas permanentes en la divisoria de las provincias de Madrid y Segovia; y prescindiendo de la de Peña Lara, que, aun cuando muy cerca del lindero, corresponde á Castilla la Nueva [1], hay en la par-

(1) D. Nicolás Moratín, en el *Poema de la caza*, habla de las lagunas de la sierra; pero principalmente de las de Peña Lara y Gredos, en los términos siguientes:

«Bajo una peña cóncava pendiente
Se ve grutesca bóveda excavada
Contra el rayo estival del sol ardiente:
De náyades y ninfas es morada.
Y en vena larga ofrece cristal frío,
Por cauce interno oculto manantío.
Reviértese formando gran laguna
De agua dulce, y allí, como en tramoya,
Á probar de otros ríos la fortuna
Baja precipitándose el Lozoya,
Y botalete es ya petrificada
La nieve de mil siglos congelada.
Aquí Diana, en el fogoso estío,
Venir suele á bañarse calurosa,
Por ser albergue lóbrego y sombrío,

te de Segovia, y muy cerca de ella, varias charcas permanentes, principalmente *la Lagunata*, de 200 metros de largo por 60 de ancho, y la *de los Pájaros*, de mayor extensión, pero menos profundidad, y sita á 2200 metros sobre el mar y al E. del canchal de Peña Lara.

En la parte ocupada por el terreno cuaternario hay dentro de la provincia de Segovia muchas lagunas y charcas, aun cuando la mayor parte no merece otro nombre que el de lagunajos, ya que las aguas suelen desaparecer en cuanto pasa la época de las lluvias.

Existen charcas y balsas permanentes, que sirven para abrevar los ganados, en Abades, Aragoneses, Balisa, Cobos de Segovia, Etreros, Fuente el Olmo, Labajos, Laguna Rodrigo, Marazoleja, Marazuela, Martín Muñoz de la Dehesa, Martín Muñoz de las Posadas, Mudrián, Muño Pedro, Navalilla, Nieva, Ochando, Ortigosa de Pestaño, Paradinas, Pinarejos, Rapariegos, San García, Sauquillo de Cabezas, Villacastín y Villeguillo; pero las principales lagunas del país son las que existen en el término de Remondo, en el terreno pantanoso que se extiende á la izquierda del río Pirón hasta el límite de la provincia, y sobre todo cuatro que en el término de Fuente Rebollo se hallan entre los pinares, así como la dicha de *Los Sotos*, que corresponde á Torrecilla del Pinar, y las dos denominadas de *Navalrroto* y *Navahornos*, que se ven á poniente de Cantalejo, siendo la última de las que merecen especial mención la llamada *de la Salina*, en término y

Y de sus ninfas la cuadrilla hermosa
Tejerla suele con ebúrneas manos
Cenador de cerezos y avellanos.
Mas siempre esta agua se miró con tanta
Veneración, que no la han profanado
De bruto ni varón la inmunda planta;
Ni ramo de algún árbol desgajado
Cayó á enturbiarla ni alterar las ondas,
Porque no altivo ¡oh Báratro! respondas,
Pues si tal vez tiraron los pastores
Con el sonante cáñamo algún canto
Que dilata los círculos mayores,
Con gran tormenta y horroroso espanto
Responden desde adentro, y á montones
Cubren el cielo obscuros nubarrones,
Y la sonora tempestad creciendo,
Granizo espeso con furor da al valle;
La laguna de Gredos respondiendo
Desde las sierras de Ávila, á encontralle
Despide otro turbión, y con desmayos
Todo es truenos, relámpagos y rayos.»

al norte de La Nava de la Asunción, cuyas aguas en tiempo de grandes lluvias van al río Voltoya. Tiene esta laguna ordinariamente unas 50 hectáreas de superficie.

El agua de todos estos depósitos naturales ó artificiales es de mala calidad, más que por las condiciones propias, por la falta de aseo.

AGUAS SUBTERRÁNEAS Y ARTESIANAS.

Las capas acuíferas, por regla general tanto más extensas y potentes cuanto mayor es la profundidad á que se encuentran, son en todas partes de gran interés, ya porque su régimen es menos variable que el de los ríos y arroyos, ya también porque la cantidad de las substancias que llevan en disolución, sin ser constante, es muy uniforme.

Todo el mundo sabe que de las aguas subterráneas es de donde se alimentan los manantiales, y que aquéllos proceden casi siempre de los hidrometeoros, que, cayendo en la superficie de los terrenos, se filtran por las capas pétreas permeables, hasta que lechos impermeables impiden mayor descenso.

Resulta de aquí que, como ya hemos indicado al hablar de las fuentes, en la superficie de contacto de las capas de permeabilidad desigual es donde principalmente se han de hallar las aguas subterráneas, si bien con volumen y condiciones de pureza y temperatura variables en cada caso; pues que tales circunstancias han de estar en relación con la calidad de las rocas que hayan cruzado y la profundidad á que se encuentren, además de las condiciones climatológicas generales del lugar en que existan.

Ahora bien: si nosotros tenemos en cuenta, por una parte, la abundancia de pozos que hay en la provincia de Segovia, y, por otra, las condiciones con que se presentan las fuentes de todos los terrenos no cristalinos del país, no será aventurado asegurar que, fuera de la sierra, en la mayoría de los casos se podrán encontrar aguas subterráneas á poco que se trabaje.

Mas como las aguas que circulan por bajo de la superficie del terreno no se hallan con abundancia igual en todos los sitios, y su régimen es también variable de un lugar á otro, vamos á decir algu-

nas palabras, siguiendo al abate Paramelle, acerca de los parajes en que es más fácil hallar corrientes subterráneas, y los medios por los cuales se puede conocer la profundidad y abundancia de las mismas, lo mismo que hicimos en nuestra Memoria de Valladolid.

Puede establecerse como regla general que *en toda cuenca, valle, barranco, garganta ó pliegue de terreno, hay una corriente de agua aparente ú oculta:* la que es aparente marcha en la superficie, porque está sostenida por rocas impermeables; la que se halla oculta corre también sobre lechos impermeables, pero tiene encima materiales geognósticos permeables que no han podido mantenerla en la superficie; mas como su origen es exterior, estará sujeta á las mismas leyes que las aguas aparentes, resultando que siempre hay verdadera armonía entre las corrientes subterráneas y las visibles.

No basta, sin embargo, conocer las líneas que siguen los manantiales en los terrenos doblados, sino que es preciso además fijarse para los menos quebrados, como son los sedimentarios de la provincia de Segovia, que para acertar con las capas acuíferas principales se necesita observar los puntos de la superficie por donde corren las aguas en tiempo de lluvias; también los que quedan encharcados, y, finalmente, los parajes donde en ciertas épocas se suelen presentar manantiales más ó menos abundantes; pues en todos estos lugares es casi segura la existencia subterránea de aguas á no mucha profundidad, igualmente que sucede en las comarcas de topografía más complicada, en el principio de las cuencas, en el centro de las navas, en las quiebras de los valles, y, por último, cerca de la unión de las arroyadas.

Por punto general, en las llanuras donde debajo de tierra existe una capa impermeable próximamente paralela á la superficie y el suelo es permeable hasta ella, circunstancias que se reunen en gran parte de la comarca que estudiamos, las capas acuíferas se extienden en todas direcciones; y si, como sucede en el noroeste de la provincia, las rocas permeables é impermeables alternan, si se hace un pozo de profundidad suficiente, se verá que las aguas interiores, no sólo constituyen una capa, sino que se suelen hallar varios niveles acuíferos, inferiores unos á otros, y como es natural descansando cada uno en una zona de rocas impermeables; por lo que si se trata de iluminar aguas y con la primera capa que se corte no hay lo suficiente, deberá continuarse buscando á mayor profundidad hasta obtener el caudal bastante.

Como en muchos casos hay interés en conocer, antes de empezar los trabajos para el alumbramiento de aguas, el volumen aproximado de las que se han de hallar, diremos que, según Paramelle, una superficie de cinco hectáreas (nueve fanegas), en climas medianamente húmedos, puede alimentar un caño que dé en tiempos ordinarios cuatro litros de agua por minuto; dato que, aun cuando aproximado, conviene tener presente.

Si expuestos estos antecedentes nos fijamos en que el temple medio del líquido de los pozos y fuentes de la provincia de Segovia es de unos 11° C., fácil será deducir que bajo capas permeables superficiales existen á poca profundidad otras impermeables que, deteniendo el agua filtrada por las primeras, la hacen adquirir la temperatura media del país, con la que se presentarán cuando encuentren salida.

Esto, con corta diferencia, es lo mismo que decíamos en nuestra citada Memoria de la provincia de Valladolid; y como allí juzgamos que el empleo de los pozos tubulares, americanos ó instantáneos había de ser muy apropiado para varias localidades, pensando lo mismo ahora, creemos conveniente dar una ligera idea de ellos.

Varios tubos de hierro forjado. susceptibles de atornillarse unos en otros hasta componer la longitud de 10 metros, estando uno de aquéllos terminado en punta, con varias aberturas para dejar pasar el agua á lo interior; una bomba aspirante, que también se atornilla al último tubo que se emplea; un mazo de madera, y una mandarria, es cuanto se necesita para establecer un pozo instantáneo.

Supongamos que se trata de abrir uno de estos pozos en cualquier pueblo de los que al oeste de la provincia de Segovia están situados entre los ríos Voltoya y Adaja.

En esta parte el terreno, ya hemos indicado, está constituído por capas permeables en la superficie, y más ó menos impermeables en el subsuelo, como lo acreditan los numerosos pozos y charcas que se aprovechan en el país, y que confirman, no sólo la disposición geognóstica local, sino también que allí existen mantos acuíferos de buen desarrollo, proporcionado á la extensa zona de un terreno de análogas, si no idénticas, condiciones.

Después de buscar en la superficie, lo más próximo al punto en que deseemos establecer el pozo, un sitio donde, por lo menos, las

arroyadas de temporal den á conocer, siguiendo á Paramelle, hay aguas subterráneas, se empezará por plantar el tubo terminado en punta, y colocando encima el mazo de madera, se golpeará con la mandarria para hacer que aquél penetre en el suelo.

A cada martillazo el tubo descenderá de 2 á 4 centímetros, sirviendo el mazo de madera para que con los golpes no se estropee la cabeza de dicho tubo; y cuando éste haya penetrado en el terreno en casi toda su longitud se atornillará otro, continuando la operación hasta llegar al nivel del agua, que es necesarío tener cuidado de no atravesar, pues entonces las aberturas de la punta del primer tubo quedarían fuera del líquido é inútil el aparato.

Para conocer cuándo se ha llegado á las aguas, no hay más que meter por los tubos, de vez en cuando, una piedrecita atada con una cuerda, y cuando se vea se ha mojado aquélla, es señal evidente de que ha penetrado el agua en lo interior y que no debe pasarse más allá. En este caso, se atornillará la bomba en la cabeza del último tubo introducido, y haciéndola funcionar, el agua aparecerá inmediatamente, un poco turbia al principio, por la tierra que arrastra, pero bien pronto clara y limpia.

El pozo queda listo para en adelante; y como la operación es sencilla y rápida, de la mañana á la noche se puede colocar una bomba en un sitio á propósito, lo que es de gran utilidad y de indudable recomendación para muchos lugares de la provincia.

Desgraciadamente los pozos tubulares no tienen aplicación donde los veneros subterráneos están á mayor profundidad de 10 metros, ya que habiendo de ascender el agua en los tubos, en que hace el vacío la bomba, por sólo la presión atmosférica, ésta no equilibra sino una columna de la altura dicha; mas en la provincia de Segovia, con un poco de estudio del terreno, siempre se sabrá de antemano si el manto líquido está en disposición ó no de ascender á la superficie con sólo la acción de una bomba sencilla.

Dejando ya de hablar de los pozos americanos, tratemos ahora de los pozos ordinarios, haciendo algunas reflexiones que deberán tenerse en cuenta, ya en los casos en que se intente abrir uno nuevo, ya si se desea proporcionar mayores aguas á alguno construido; y hacemos esto porque en tierra de Segovia es muy frecuente el presentarse uno y otro caso.

Después que con una excavación cilíndrica de diámetro conveniente, que generalmente basta sea de un metro, se han atravesado

las capas permeables y llegado á las aguas, hay que ver si la roca donde éstas se apoyan es suficientemente compacta para retenerlas, y si no se continúa profundizando hasta conseguir tal resultado: en la mayoría de los casos las filtraciones puestas al descubierto serán insuficientes, y para aumentarlas no hay sino abrir en el fondo del pozo una ó más galerías, cuyo piso no salga de la capa impermeable, pero de modo que la bóveda y los muros estén en las rocas permeables, aun cuando la labor resulte irregular, pero con vertiente general hacia el pozo. Todas las filtraciones, que así se pondrán al descubierto, aumentarán, tanto más cuanto mayor sea su número, el caudal del pozo, que, en general, será proporcional al desarrollo de las galerías [1].

Si el pozo se abre dentro de terrenos no estratificados regularmente, cual es la formación diluvial de Segovia, apenas puede establecerse más regla que la de hacerle llegar hasta una profundidad mayor ó menor, según los casos, y procurar poner al descubierto las filtraciones que se noten en las paredes.

En todo caso la excavación de los pozos no ha de detenerse en cuanto se hallen las aguas, sino que ha de continuarse 1 ó 2 metros más, para evitar que el líquido corra en parte por bajo del fondo ó que cruce sin parar en él.

Para las galerías que se hacen en busca de aguas en las laderas de los valles, bastan las advertencias consignadas para los pozos, de los que pueden considerarse como un caso particular; teniendo presente que en los países quebrados, cuando la estratificación es vertical ó la línea de máxima pendiente de las capas del terreno corre en sentido opuesto á la dirección de la galería que se intenta, los resultados han de ser casi siempre desfavorables.

No hemos considerado hasta ahora sino el caso en que las aguas que se tratan de iluminar con pozos ó galerías son de nivel fijo, caso

(1) Cuando los bancos del terreno están inclinados, las galerías en busca de aguas se prolongan hasta cortar las capas porosas y llegar á una impermeable, continuando entonces los minados según la dirección de los bancos, de modo que tengan uno de sus muros y el suelo dentro de los lechos impermeables.

Lo que aquí apuntamos no es para la provincia de Segovia, pues fuera de las rocas del período estrato-cristalino, en el cual no se han de abrir pozos sino en casos excepcionales, todas las demás formaciones sedimentarias están constituídas por capas en posición próximamente horizontal; pero si discutimos el caso es para dar generalidad á lo que decimos.

á la verdad el más frecuente; mas como hay circunstancias en que las aguas subterráneas ascienden y salen á la superficie cuando se las da paso con cierta industria, vamos á considerar este caso, es decir, á hablar de los pozos artesianos.

Difícil, sin duda, es resolver la cuestión de la existencia ó ausencia de aguas ascendentes en un país, por más que cuando se han estudiado las circunstancias geognósticas del mismo, hay datos que ayudan al esclarecimiento del problema.

Es bien sabido que para que las aguas á las cuales se llega con un taladro acudan á lo alto de éste, ó sea á la superficie del terreno, se necesita, primero, que la capa acuífera se halle contenida, tanto por encima como por debajo, entre rocas impermeables; y segundo, que el sitio donde asoman estas rocas á la superficie esté más alto que la abertura superior del taladro practicado.

En las capas sedimentarias que forman la mayor parte del suelo de la provincia de Segovia, y que se pueden estudiar en un espesor de unos 600 metros desde el siluriano del Muyo hasta el aluvión de Chañe, no se presentan desde luego circunstancias decisivas para obtener aguas artesianas; pues si bien hay lechos permeables comprendidos entre otros impermeables, la estratificación no es concordante ni con direcciones bien marcadas hacia una cuenca única.

Mas no es esto negar la probabilidad de hallar aguas ascendentes en el país, lo que desde hace muchos años ha sido objeto de estudios y trabajos.

Prescindiendo de lo hecho por particulares, bueno será recordar que en 1835 dispuso el Gobierno que dos Comisiones de ingenieros de minas pasasen á reconocer las provincias de Castilla la Nueva y Castilla la Vieja, «con el fin de demarcar las localidades en que con más probabilidades se podía intentar la perforación de pozos artesianos, y que á la vez se ajustaran por tiempo determinado algunos contramaestres extranjeros, inteligentes en la ejecución de estos trabajos, para que se procediese á realizarlos en los puntos más convenientes.»

Los ingenieros nombrados recibieron en 29 de Mayo una *instrucción* en que se expresaba el deseo del Gobierno y se daban reglas para la ejecución de los trabajos.

En 10 de Junio del mismo año 1835 participaban ya oficialmente desde Segovia los ingenieros D. Joaquín Ezquerra y D. Felipe Bauzá que habían dado principio á sus investigaciones por las montañas del

Escorial y de La Granja, de cuyos arrastres consideraban como originadas las capas sedimentarias de la cuenca del Duero; y observando la formación secundaria que se presenta en Segovia, se proponían seguir por ella primero hasta Sepúlveda y después hasta Ávila, para ver si entre ambos puntos y el Duero podía esperarse la ascensión de aguas subterráneas con perforaciones de sonda.

Después de otras consideraciones geológicas, añadían los comisionados que la naturaleza cretácea del suelo y las fuentes que salían á los barrancos por entre las capas de arenisca de la base del terreno, hacían sospechar la existencia de aguas interiores abundantes.

Á los quince días, como mandaba la instrucción, oficiaron de nuevo desde Segovia exponiendo que, de los reconocimientos verificados, resultaba que paralelamente á la dirección de la sierra de Guadarrama se extendía por la provincia de Segovia una faja de terreno cretáceo hasta más allá de Sepúlveda, y por la disposición de las capas que se descubrían en los barrancos y cortaduras de los valles, era de inferir que en este terreno podría tener buen éxito la perforación de pozos artesianos; por cuya razón, y atendiendo á la necesidad de aguas de algunos pueblos situados en aquella región, habían demarcado un punto en el pueblo de Zamarramala, junto á Segovia, y dos en la villa de Sepúlveda, para abrir dichos pozos. «Si en los parajes señalados, añadía la Comisión, se obtuvieran aguas ascendentes, entonces se podrían hacer nuevos sondeos en otras localidades, donde lo requiriesen las necesidades de los pueblos.»

De una comunicación posterior se deduce que al oeste de Segovia no se habían hecho demarcaciones en pueblos faltos de aguas, «porque los respectivos términos corresponden unos á terrenos primarios y otros á aluviones, donde la falta de estratificación impide la marcha regular de las corrientes subterráneas.»

Siguieron los ingenieros de minas citados estudiando gran parte de Castilla la Vieja, pero ya fuera de la provincia de Segovia, y, por tanto, prescindiremos de sus informes.

Sin detenernos á hacer una crítica detallada de lo consignado como opinión de los Sres. Ezquerra y Bauzá, tenemos que observar, fundados en el conocimiento más completo que hoy existe de la estratigrafía del país, que descansando la creta, lo mismo en Zamarramala que en Sepúlveda, sobre las rocas estrato-cristalinas, con bancos próximamente horizontales cortados en muchos sitios por los ríos y arroyos, es muy difícil, según ya hemos indicado antes, puedan ha-

llarse aguas artesianas, pues ni las rocas que contienen los mantos acuíferos cambian sensiblemente de altitudes, ni hay grandes obstáculos que impidan su desagüe natural en los puntos en que asoman en los barrancos.

En los terrenos diluviales, por el contrario, si bien la estratificación es poco marcada, no deja, sin embargo, de notarse que unas zonas de rocas son más permeables que otras; y como esta disposición es general desde las vertientes de la sierra hasta llegar al Duero, la esperanza de tropezar con aguas ascendentes en este terreno es más fundada, en nuestra opinión, que dentro de la formación cretácea; que si en muchos sitios del extranjero ha respondido perfectamente á los sondeos, débese, no á su edad ni composición petrográfica, sino á la disposición de las capas del terreno.

No es además improbable que debajo de los sedimentos cuaternarios existan en ciertos sitios del oeste de la provincia las formaciones miocena y cretácea con una vertiente general hacia el norte; y si con un sondeo se atravesasen las masas diluviales sin resultado alguno, y se llegase á las capas terciarias ó secundarias, como las rocas permeables é impermeables alternan, podrían presentarse aguas ascendentes en el taladro hecho.

En resumen: si alguna vez se trata de hacer pozos artesianos en el país, la instalación más conveniente parece ser ó al mediodía del partido de Cuéllar ó á poniente del de Santa María de Nieva.

CLIMATOLOGÍA.

Difícil es dar idea, siquiera aproximada, de la climatología de la provincia de Segovia, pues para un suelo tan extenso y de condiciones de altitud, orientación y composición tan diferentes, sólo se cuenta con los datos que se recogen en el Observatorio de la capital y los menos completos del Establecimiento de piscicultura del Real Sitio de San Ildefonso.

Puede, no obstante, decirse que en los 7028 quilómetros cuadrados que comprende el territorio segoviano, existen cuatro zonas climatológicas diferentes, por más que sea difícil señalar su extensión y límites, á lo que no obstante ayudan los datos fenológicos, es decir, los caracteres que al aire libre presentan la vegetación espontánea y las plantas cultivadas.

Para el clima de la provincia han de existir evidentemente las mismas diferencias que en toda la región central de España que comprende las dos Castillas y parte de Extremadura, donde, como es sabido, pueden establecerse las cuatro zonas siguientes:

Cálida templada.—Región de las jaras y tomillos. Altitud, de 470 á 740 metros. Temperatura media, de 13 á 15° C. Localidades en general secas, pues el pluviómetro marca de 240 á 460 milímetros. La siega se hace á mediados de Julio, y la vendimia á principios de Octubre.

Fría templada.—Región del castaño y melojo. Altitud, de 740 á 1080 metros. Temperatura media, de 11'5 á 13° C. Localidades algo húmedas, pues se acusan de 460 á 580 milímetros en el pluviómetro. Hácese la siega á principios de Agosto.

Fría.—Región de las sabinas y pino albar. Altitud, de 1080 á 1660 metros. Temperatura media, de 7'5 á 11'5° C. El pluviómetro llega á 600 milímetros en el año.

Ártica.—Región de pastos alpinos. Altitud, de 1660 á 2400 metros. Temperatura media, de 3 á 7'5° C. Localidades húmedas en que el agua recogida anualmente en el pluviómetro pasa de 650 milímetros.

Para aplicar detalladamente á la provincia de Segovia los datos apuntados, tendríamos necesidad de considerar aparte la presión barométrica, la temperatura, la humedad, la dirección de los vientos dominantes, la transparencia y tensión eléctrica de la atmósfera (que tanto influye en la fuerza y frecuencia de las tempestades), la altitud y la latitud de las diversas comarcas, pues si prescindiéramos de alguno ó algunos de estos factores, el estudio climatológico resultaría completamente falso.

Pero como, desgraciadamente, fuera de la capital y del Real Sitio de San Ildefonso no existen ni aun las observaciones meteorológicas más elementales, cuanto presentamos á continuación para el resto de la provincia, fundado sólo en datos de observación propia, poco prolongada, no puede considerarse sino como reglas generales sujetas á excepciones numerosas.

La presión barométrica media en la capital de la provincia es de 677 milímetros, con oscilaciones que pasan de 30 milímetros, siendo su altura sobre el nivel del mar de 1000 metros.

La máxima temperatura suele llegar en el mes de Julio á 40° C. á la sombra, y la mínima observada en Diciembre y Enero es de 13° C., siendo la temperatura media de unos 11° C.; cuyo dato viene á comprobarse por el temple de las aguas que brotan en diversos puntos del término (1). Conviene hacer constar, para comprender bien el clima de Segovia, que aun en los días de más calor, que ocurren desde primeros de Julio á fines de Septiembre, la temperatura es muy desigual, siendo las noches frescas, á veces en demasía, y en todo el resto del año el temple es rigoroso, húmedo y frío, con vientos continuados y frecuentes.

Los vientos dominantes son los del NO., N.NO. y SO., y desde Enero á Mayo apenas se pasa un día sin que las corrientes atmosféricas no sean fuertes y duraderas; los días de lluvia pasan de 110 al año; los grandes fríos coinciden con el principio del invierno; los temporales se presentan á últimos de Septiembre, y la temporada más lluviosa puede fijarse desde primeros de Mayo á últimos de Ju-

(1) En el tomo LV de *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1862, se hace constar que, según Becquerel, la temperatura de los manantiales no representa la del lugar donde brotan, sino que donde dominan las lluvias de otoño é invierno, como sucede en Segovia, las fuentes tienen menor temple que la media del país en que aparecen, y lo contrario sucede en las regiones sujetas á lluvias de primavera y verano.

nio. Las nevadas son harto frecuentes y copiosas desde mediados de Diciembre á fines de Abril, y aun á veces hiela y nieva en Mayo y Octubre.

La evaporación media al año, medida en un aparato, se acerca á 1200 milímetros, siendo la cantidad evaporada, sólo en el verano, superior á la suma de la evaporación en otoño, invierno y primavera.

Tomados en absoluto los datos de lluvia y evaporación, parece deducirse á primera vista que la vida de los seres vegetales y animales sería imposible en Segovia; pero no debe olvidarse que en el otoño, invierno y muchos días de primavera superan los hidrometeoros á lo evaporado, y entonces el suelo se impregna de humedad, la vegetación se establece, y cuando llegan los abrasadores calores del verano las plantas pueden resistirlos sin que desprendan humedad, como sucede en un aparato siempre provisto de agua, resultando al fin que la vida de los seres sigue sin graves contratiempos.

En la comarca son comunes las tempestades á fines de primavera y comienzo del verano, acompañadas de fuertes vientos y terribles descargas eléctricas, y las granizadas tienen en ocasiones notable desarrollo en extensión y en el tamaño de las piedras.

Los días más generales son los cubiertos, si bien aparece con notable transparencia la atmósfera á últimos del otoño y algunas noches de invierno; pero aun entonces se establece el contraste con espesas nieblas que apenas logra disipar el sol en medio del día, y que, partiendo de la sierra, se extienden por las faldas de los montes é invaden los llanos, unas veces lentamente, otras con sorprendente rapidez, sobre todo en Octubre y Abril.

En algunos días de verano se nota también una especie de niebla que, levantándose según avanza la postura del sol, obscurece la atmósfera y ésta se hace pesada y poco transparente.

Las condiciones climatológicas de los arenales y del páramo del norte y oeste de la provincia pueden asimilarse á las de la capital, si bien hay que tener en cuenta las diferencias de altitud y su situación algo más septentrional, pero menos influída por la proximidad de la sierra.

Por punto general, ha de establecerse que los arenales donde con tanta abundancia se dan los pinos piñoneros, corresponden á la zona cálida templada, mientras los páramos y laderas de las sierras de aquella región pertenecen á la fría templada.

No hay puntos suficientemente elevados para que existan nieves perpetuas en las sierras que apartan Segovia de Castilla la Nueva; pero en ellas están representadas las dos zonas, fría y ártica, siendo esta parte de la provincia donde los hidrometeoros son más abundantes y dan por resultado que la nieve dure más de cuatro meses al año, y aun se conserve desde principios de otoño hasta bien entrado el verano en el ventisquero de Peña Lara, sito casi en la divisoria de aguas del Tajo y Duero, depósito natural de que se surten La Granja y Segovia durante la época calurosa, así como también es casi constante el ventisquero que hay en lo alto de los pinares de Valsaín, hace años abandonado, pero que da aguas al Eresma, mientras otros mantos de nieve, no tan persistentes, alimentan, como ya hemos indicado, los principales ríos del país.

Las nevadas, que á partir de la sierra pierden naturalmente de intensidad y duración, no son, sin embargo, poco frecuentes en toda la provincia, y durante el invierno el suelo aparece completamente blanco muchos días seguidos, fuera de los valles y sitios más abrigados.

Ni con los datos que se nos han facilitado ni con nuestras propias observaciones podemos señalar fijamente cuáles son los vientos dominantes en la sierra: diremos, no obstante, que en general las nevadas más abundantes tienen lugar con viento Norte y las grandes lluvias con los del Sud ó Sudoeste.

En la época del deshielo, y también cuando se generalizan las tempestades, que, cual si partiesen de los altos picos de Peña Lara, Cebollera, Peña del Oso, Siete Picos, etc., se extienden á menudo por toda la provincia, suelen desprenderse grandes aludes, ó *galgos* que llaman en el país, que, rodando por las empinadas cuestas para alcanzar los barrancos, producen un horroroso estruendo, cuyo eco se propaga hasta los pueblos del pie de la sierra.

Para concluir con estas generalidades insertamos el siguiente cuadro, formado en el Observatorio astronómico de Madrid con los datos recogidos en la capital de la provincia y correspondientes al decenio de 1881 á 1890: bien entendido se trata de años meteorológicos que comienzan en 1.° de Diciembre del civil anterior y terminan en 30 de Noviembre del de la fecha.

RESUMEN de las observaciones meteoro

AÑOS.	Altura barométrica media en milímetros.	Oscilación extrema en milímetros.	TEMPERATURA MEDIA EN GRADOS CENTÍGRADOS.					TEMPERA
			Invierno.	Primavera.	Verano.	Otoño.	Año.	Máxima.
1881	677,1	33,8	3,7	10,5	20,4	11,7	11,58	37,2
1882	678,9	28,1	3,6	11,1	20,1	11,0	11,45	36.7
1883	677,2	34,5	4,4	8,6	19,1	11,8	10,98	37,6
1884	678,2	23,9	3,9	9,8	20,3	10,7	11,38	37,9
1885	677,4	25,4	3,5	10,0	21,0	11,0	11,37	40,3
1886	677,2	24,6	2,4	10,8	20,0	10,8	11,00	37.6
1887	677,2	29,9	2,9	9,5	21,3	10,5	11,05	37,5
1888	677,2	33,8	1,5	9,1	18,7	11,7	10,25	34,4
1889	677,4	31,8	2,7	8,2	18,7	12,0	10,40	36,5
1890	678,2	31,4	2,4	7,8	19,7	11,2	10,28	36,2

ovia en el decenio de 1881 á 1890.

TROS DE LLUVIA EN EL				DÍAS DE LLUVIA EN EL					DÍAS			VIENTOS DOMINANTES.
Primavera.	Verano.	Otoño.	Año.	Invierno.	Primavera.	Verano.	Otoño.	Año.	Despejados.	Nubosos.	Cubiertos.	
117	105	125	624	38	42	17	24	121	153	83	129	NO.—S SE.
165	25	163	406	16	39	4	34	93	148	84	133	NO.
149	22	84	365	40	39	5	26	110	156	69	140	NO.
188	72	154	473	25	39	14	29	107	174	64	128	N.—S.
171	70	177	774	39	45	32	35	151	139	78	148	S.—O.
227	251	140	537	28	43	12	32	115	158	79	128	N.NO.-O.SO.
156	96	249	623	25	29	20	41	115	177	61	127	NO.—SO.
194	82	499	601	35	44	18	32	129	136	65	165	NO.—SO.
196	40	130	661	36	47	19	27	129	145	62	158	N.NO.—SO.
190	150	46	321	19	44	10	15	88	164	79	122	NO.

Además de los datos de la capital, apuntaremos los siguientes, recogidos en San Ildefonso, cuya altitud es de 1191 metros.

La «Comisión de ordenación de los montes de Valsaín» fundó un Observatorio meteorológico que funcionó durante algún tiempo, y posteriormente, desde 1877, se han seguido practicando diariamente observaciones en el establecimiento de piscicultura, sobre todo en lo que atañe al temple del país.

Resulta que la temperatura media del año es de 10°,7, que es superior á ésta en 183 dias al año y en 179 inferior, pudiendo expresarse las variaciones como sigue:

177	dias de temperatura	media	inferior á 10° C.
143	id.	id.	entre 10 y 20° C.
40	id.	id.	superior á 20° C.

Lo que equivale á seis meses de invierno, cuatro y medio de primavera y otoño, y uno y medio de verano.

El mes más cálido es el de Agosto, cuya temperatura media á la sombra llega á 21° C., y el más frio Diciembre, en que no pasa el término medio de 3° C., habiendo, pues, una oscilación de 18° C. Pero si en lugar de comparar las medias extremas tomamos los límites absolutos, se alcanza la cifra de 48° C., que explica la extremada desigualdad y aspereza del clima.

En el rigor del verano hay variaciones en veinticuatro horas de 20° C., y más, en algunos dias, lo que es muy notable para la región central de España.

La temperatura máxima á la sombra durante los meses de Julio y Agosto oscila alrededor de 30° C., no pasa de 36 ni desciende á 20. El resultado medio del temple en el estío es de 25° C.; en cuarenta y cinco dias pasa de este número, y sólo tres ó cuatro excede de 30° C.

Poco antes de amanecer es cuando se observa la mínima temperatura en todo el año, que es de 4° C. como media; pero hay dias que sube á 21° C. y otros que desciende á 18° C. bajo cero, y alguna vez se observa hasta en el mes de Julio que el termómetro baja del punto de fusión de la nieve.

En San Ildefonso la presión barométrica media es de 664 milímetros; pero el barómetro sube á veces á 673 ó desciende á 642, habiendo, pues, una variación anual de 31 milímetros. La presión es mayor en primavera y fin de otoño que en invierno y verano, y

las mayores oscilaciones suelen tener lugar en el mes de Abril, lo que indica gran variabilidad en la atmósfera, que suele estar en calma durante la mayor parte del verano.

La lluvia que cae en San Ildefonso en el transcurso del año puede representarse por una capa de 900 milímetros, casi doble que en Madrid, y superando á la mayor parte de la caída en las zonas centrales de nuestra Península.

Hay, próximamente, cien días de lluvia al año, y la distribución entre las diversas estaciones es: invierno, veinte días; primavera, veintiséis; verano, diez y ocho, y otoño, treinta y seis.

Son abundantes las nevadas en esta localidad durante el invierno, la primavera y fines de otoño, y en algunos años se citan días de nieve en Junio y Septiembre. Como término medio en el año hay veinte días de nieve, de los que corresponden doce al invierno, seis á la primavera y dos al otoño.

Las estaciones más nubosas son el otoño y la primavera, y el máximo de nubes corresponde á las tres de la tarde, así como el mínimo á las nueve de la noche. Los meses de cielo más triste y encapotado son los de Octubre y Abril, mientras que en Enero, Julio y Agosto se ostenta en todo su esplendor una atmósfera de azul purísimo. Los días despejados completamente no llegan á la tercera parte de los del año.

Marcan en esta región el tránsito de la primavera, fría, desapacible y lluviosa, al verano, cálido, seco y sereno, las tempestades, cuyos truenos retumban con fragor en las concavidades de la sierra, y cuyos relámpagos serpentean en el cárdeno cielo, precedidos de vientos huracanados y acompañados de fuertes aguaceros. Corresponde, pues, la máxima tensión eléctrica de la atmósfera á los meses de Mayo y Junio, aun cuando también hay algunas tormentas en Agosto y Septiembre, mientras son rarísimas de Noviembre á Marzo inclusive.

Los vientos del cuarto cuadrante predominan, y les siguen en orden los del tercero y segundo, siendo rarísimos los del primero. El que produce mayor número de días lluviosos es el SO., y son los más secos los del N. y NE. y al mismo tiempo los más fríos. Las tempestades suelen casi siempre ir acompañadas de viento del S. ó del SE.

Puede establecerse como regla general, respecto á la velocidad de las corrientes atmosféricas, que en San Ildefonso no hay días de completa calma: cuando menos sopla tenue brisa, principalmente al

amanecer y cuando el sol traspone el horizonte. Los días de viento huracanado no pasan de quince al año, como término medio.

He aquí como conclusión algunos datos históricos relacionados con la climatología de la provincia:

Según dice Colmenares en el capítulo II de su *Historia de Segovia*, ocurrió en nuestra Península, hacia el año 224 antes de Jesucristo, una seca tan espantosa que apenas llovió en veintiséis años, despoblándose á consecuencia de ella la tierra de Castilla,

Aseguran algunos historiadores que en el invierno de 1201 fueron grandísimas las heladas en Segovia, hasta hacer suspender todas las labores agrícolas, cayendo el 30 de Diciembre una terrible nevada que, al fundirse pocos días después, produjo desastrosas inundaciones generales.

El invierno de 1257 á 58 fué tan seco en Castilla, que en Enero se hicieron rogativas pidiendo agua; pues se habían secado muchas fuentes, y hasta algunos ríos, según se consigna en el *Chronicon de Cardeña.*

En 1302 ocurrió también en el centro de España una gran sequía, á consecuencia de la cual sobrevino un hambre, descrita por Barrantes Maldonado, en sus *Ilustraciones de la casa de Niebla*, con las siguientes palabras: «E moríanse las gentes por las calles, é comía la gente pan de grama, é murió la quarta parte de la gente.»

Es tradición que el 12 de Febrero de 1438 cayeron de las nubes en Maderuelo «piedras gruesas de color y materia de toba, y tan livianas como plumas,» sin que este fenómeno fuese precedido ni seguido por ninguno otro meteorológico.

Fué casi nula la cosecha en el territorio de Segovia el año de 1506, haciéndose necesario para subvenir á la alimentación en Castilla y Andalucía, á donde también alcanzó la esterilidad, traer trigo de Sicilia y de Rusia, que desembarcaba en el puerto de Cartagena. Á este año se le llamó en España «el año del hambre,» y fueron tan escasas las lluvias que se agotaron la mayor parte de los manantiales.

En 1539 se reprodujo la sequía de años anteriores, aun cuando no en proporciones tan alarmantes, pues si bien faltó el trigo en muchas provincias de España, en otras, principalmente en las del Norte y de Levante, abundaron los cereales, que suplieron la deficiencia sin necesidad de importarlos del extranjero.

Cuenta Colmenares que en la noche del 24 al 25 de Agosto de 1543 cruzó de Occidente á Oriente un espantoso nublado que asom-

bró la ciudad de Segovia con pavorosos truenos y relámpagos, descargando en las faldas y valles de Peña Lara y Siete Picos con tan furiosos torbellinos, que conmovían los peñascos y arrancaban los pinos de cuajo. En la madrugada creció el río Eresma tanto y tan de repente, que arrancó la puente de Palazuelos y derribó cuantos batanes y molinos había hasta San Lorenzo, subiendo el agua cerca de 3 metros en el Convento de los Huertos, arrasando las márgenes, destruyendo muchas casas de aquel arrabal y tumbando la puente Castellana. Fué tan grande el destrozo que causaron las aguas, que el daño se estimó en más de 500000 ducados, quedando hundidos 2 puentes, 6 batanes, 11 molinos y más de 40 casas, siendo de advertir que las lluvias fueron generales en toda España durante más de ocho meses.

El invierno de 1556 fué tan húmedo y lluvioso que ahogó los frutos y cosecha del año siguiente, causando general hambre en toda España.

Á consecuencia de pertinaces lluvias y fuertes vientos se perdieron las cosechas y sobrevino en 1598 una peste en Segovia que, comenzando el 8 de Agosto, arrebató en menos de seis meses la vida de 12000 personas.

El invierno de 1634 á 1635 fué muy rigoroso, y al año siguiente llovió tanto, que se produjeron grandes avenidas en los ríos con los consiguientes destrozos.

Fueron también muy húmedos los años de 1641 á 1646, y, por el contrario, el 1650 se experimentó una completa carencia de agua que casi sin interrupción duró hasta 1680, aumentándose los desastres con la plaga de la langosta, que asoló una gran parte de España, llegando hasta las vertientes septentrionales de la cordillera Carpeto-Vetónica, á pesar de que las condiciones climatológicas de semejante comarca ayudan muy poco á la propagación de aquel insecto.

El 4 de Noviembre de 1725, después de lluvias pertinaces, se desprendió un enorme canto de Las Peñas Grajeras que dominan el Santuario de la Fuencisla, el cual, milagrosamente, no sufrió daño alguno.

El día 11 del mes de Julio de 1733 hubo una inundación en el arrabal de Segovia por una crecida del arroyo Clamores, que destruyó muchas casas y haciendas.

Cayó tan copiosa lluvia el 13 de Junio de 1734, que se inundaron muchas casas del arrabal, y el agua subió hasta el altar mayor de la iglesia de los Capuchinos.

Los días 7 y 8 de Julio de 1788 hubo tan grandes pedriscos en toda la provincia, que destruyeron la mayor parte de los sembrados, y el invierno fué tan frío que se helaron los ríos y arroyos del país, siendo general el descenso de temperatura en toda España, pues se heló el Duero en Zamora, el Ebro en el paso de Tortosa, y hasta en Barcelona las olas del Mediterráneo se congelaban en la resaca, impidiendo la carga y descarga de los barcos, según se consigna en el *Memorial literario* de 1789, pág. 330.

El 9 de Septiembre de 1793 hubo durante la noche un espantoso temporal y aguacero en gran parte del país segoviano, siendo tan extraordinario en San Ildefonso, que arruinó muchos edificios y causó la muerte de ocho personas que perecieron ahogadas.

El 8 de Mayo de 1797 cayó una enorme nevada en las montañas Carpetanas, que subió media vara en Segovia é hizo perecer varios pastores y rebaños en la sierra.

El 6 de Marzo de 1806 nevó tan espantosamente en la comarca de Segovia, que en San Ildefonso llegó hasta los balcones del piso principal del Palacio, causando considerables daños en el arbolado.

A las doce del día 24 de Diciembre de 1808 marcaba el termómetro 9° C. bajo cero en lo alto del puerto de Guadarrama, y con esta temperatura cruzaron la sierra, penetrando en la provincia de Segovia, 60000 franceses mandados por Napoleón en seguimiento del ejército anglo-español, y el Emperador, para infundir ánimo á sus huestes, al mismo tiempo que para combatir el frío, hizo á pie todo el camino.

El mes de Diciembre de 1829 fué tan extraordinariamente baja la temperatura, que se helaron todos los ríos y arroyos de la provincia, y otro tanto ocurrió en la mayor parte de España, donde se recuerda este invierno como uno de los más rigurosos.

Otro año de grandes fríos en el presente siglo fué el de 1840, cuyo invierno se prolongó hasta muy entrado el año de 1841, llegando á descender el termómetro en Segovia á 15° C. bajo cero varios días de Diciembre y Enero.

Fueron excepcionalmente secos la primavera y el verano del 1851, pues no cayó una gota de agua, á excepción de algunas tronadas fuertes, pero muy locales: así es que menguaron tanto los ríos de la provincia, que se podían vadear por cualquier sitio.

Muy lluviosos el otoño é invierno de 1855 y aun la primavera del año siguiente, no produjeron, sin embargo, las aguas perjuicios

de entidad en el país, aun cuando sí en otras comarcas de España.

Algo análogo ocurrió en el verano de 1858; pero en Diciembre de 1860 fuertes y pertinaces lluvias produjeron espantosas crecidas é inundaciones en muchos pueblos dentro y fuera de la provincia, sobre todo el día 24, y los desastres fueron tan inmensos, que las Cortes concedieron un crédito de cuatro millones de pesetas para socorrer las necesidades más urgentes de Castilla.

Por fin, antes del decenio cuyos datos meteorológicos dejamos consignados, apenas hay que mencionar sino la sequía de 1868, que causó la ruína de muchos labradores y una falta de trabajo y carestía general en la provincia.

Para concluir con este capítulo, y tratando de citar algo de lo referente á la meteorología endógena, apuntaremos que la provincia de Segovia es de aquéllas donde menos se dejan sentir los movimientos sísmicos; tanto que sus efectos siempre han sido inapreciables, á pesar de estar comprendido el territorio segoviano en la zona de acción de diversos terremotos, principalmente los acaecidos en 9 de Octubre de 1680, 1.° de Noviembre de 1755, 13 á 16 de Febrero de 1804, 26 de Diciembre de 1830, 29 de Julio de 1847, 3 de Octubre de 1848, 11 de Noviembre de 1858, 21 de Octubre de 1880 y 25 de Diciembre de 1884.

POBLACIÓN Y RIQUEZA.

Ya sabemos que la provincia de Segovia tiene una superficie total de 7028 quilómetros cuadrados, y según el censo de 31 de Diciembre de 1887 había en la misma 155941 habitantes, distribuídos en 5 partidos judiciales y 275 ayuntamientos, siendo entre todas las de España la 48 en el orden total de población y la 38 en el de densidad de la misma, pues no llega á contar 23 habitantes por quilómetro cuadrado.

El número de almas que hay en las cabezas de partido y principales pueblos figura en el siguiente cuadro, donde también se indica el terreno en que se asientan las poblaciones, para tener desde luego una idea de cuánto influye en la feracidad, y por tanto en la riqueza y población, la naturaleza geológica del suelo.

NOMBRES DE LOS PUEBLOS.	Habitantes.	Terrenos.
Aguilafuente	1258	Diluvial.
Ayllón	1043	Mioceno.
Bernardos	1679	Cambriano.
Cantalejo	1875	Diluvial.
Carbonero el Mayor	1929	Cambriano.
Coca	1274	Mioceno.
Cuéllar	3898	Idem.
Espinar	2428	Granítico.
Fuentepelayo	1475	Diluvial.
Martín Muñoz de las Posadas	1404	Idem.
Mozoncillo	1022	Idem.
Nava de la Asunción	1728	Idem.
Navalmanzano	1444	Diluvial.
Navas de Oro	1019	Idem.
Olombrada	1003	Mioceno.
Prádena	1072	Cretáceo.
Riaza	2455	Diluvial.
San Ildefonso	3604	Granítico.
Santa María de Nieva	1002	Cambriano.
Santiuste de San Juan Bautista	1041	Diluvial.
Segovia	14399	Cretáceo.
Sepúlveda	2371	Idem.
Turégano	1544	Diluvial.
Valverde del Majano	1000	Idem.
Villacastín	1324	Diluvial.
Zarzuela del Monte	1007	Idem.

Con una rápida ojeada se ve en el cuadro anterior cómo dentro del territorio segoviano se acumula la población en el terreno diluvial, y es porque además de la influencia de los elementos constituyentes y posición del suelo, se añaden las condiciones climatológicas, verdaderamente contrarias á la habitabilidad en las partes más quebradas del país, donde precisamente se encuentran los terrenos antiguos.

De todos modos, aun cuando esencialmente agrícola la provincia de Segovia, por haber desaparecido casi por completo la industria que en lo antiguo sostenía, lo poco poblado de su suelo indica que las fuerzas productoras son escasas, y que el cultivo permanece estacionario, ya que no en completa ruina.

Mas dejando esto aparte, siempre resultará que los terrenos agrícolas correspondientes á los materiales cuaternarios pueden considerarse aquí, como en otras muchas partes, como los más fértiles, fuera de aquellas extensiones en que ya hemos dicho que el suelo, cubierto de arenas movedizas, sólo es apto para el desarrollo de los pinares.

Siguen en producción á los terrenos cuaternarios los terciarios, y á éstos los de las épocas secundaria y primaria, que, en general, forman en el país grandes páramos desabrigados y tierras de grandes pendientes, donde es difícil el desarrollo provechoso de la industria agraria.

Y si como es evidente que á las comarcas más fértiles corresponde, en términos generales, el mayor número de habitantes, podrá desde luego deducirse que la máxima densidad de población ha de corresponder en Segovia al suelo de menos edad geológica, siempre que las condiciones climatológicas sean iguales.

Así es, en efecto, según se demuestra con los datos numéricos del siguiente cuadro, que contiene la superficie, el número de habitantes y la población específica correspondiente á cada uno de los sistemas ó terrenos geológicos, cuyos materiales forman el relieve del territorio.

ÉPOCAS.	SISTEMAS.	Población absoluta.	Superficie en quilómetros cuadrados.	Densidad de población.
Primaria	Granítico	8000 almas.	650	12
	Estrato-cristalino	10000 »	700	14
	Cambriano	4500 »	200	22
	Siluriano	2200 »	100	22
Secundaria	Triásico	460 »	20	23
	Cretáceo	25500 »	1100	23
Terciaria	Mioceno	17600 »	750	24
Cuaternaria	Diluvial	87000 »	3500	25

El cuadro anterior confirma que la densidad de la población está en razón inversa de la antigüedad de los sistemas geológicos que forman el suelo en cada comarca de la tierra de Segovia, ley que hemos establecido para otras varias regiones de España.

Bueno será hacer constar que la población de la provincia, considerándola siempre dentro de los límites actuales, permanece casi estacionaria hace cerca de medio siglo, y esto tal vez halle explicación en que si las condiciones generales de cultura y bienestar han progresado en el país, como en el resto de España, la pérdida de la industria pecuaria y de sus derivadas, principalmente el tejido de paños bastos, ha contrarrestado aquellas ventajas generales.

El movimiento general de la población puede verse con los datos oficiales que á continuación trasladamos:

Años.	Habitantes.
1594	91095
1787	115549
1797	117008
1822	129448
1826	157113
1831	124405
1832	123864
1833	134854
1836	108433
1841	102326
1842	103700
1843	171971
1844	102636
1849	155000
1860	146292
1877	151260
1887	155941

En el último decenio el acrecentamiento medio anual de la población en la provincia excedió de 7 por 1000, lo que es bastante importante. El promedio anual de nacimientos llegó á 6300, ó sea cerca del 40 por 1000, y las defunciones pasaron de 5000, es decir, más del 31 por 1000.

En la capital el término medio anual es de 500 nacidos y pasan los muertos de 480, lo que sólo representa un crecimiento ánuo de 20 habitantes, ó sea poco más de 1 por 1000.

La riqueza del país parece haber mejorado algo si se atiende á los datos de la tributación, que desde 1841 hasta la fecha han subido casi al doble (1); pero como los impuestos han crecido considerablemente, no resulta cierta esta manifestación del bienestar de los pueblos, lo que por otra parte se comprueba recorriendo el país y observando la rutina que impera en la agricultura y en todas las demás manifestaciones de la industria.

Si establecemos que por el concepto de inmuebles, cultivo y ganadería, que es el más pertinente para nuestro objeto, la provincia de Segovia tributa en el presente año económico con la cantidad de 2.173103 pesetas, veremos corresponden 3'09 pesetas á cada hectárea y 14 pesetas á cada habitante.

La cantidad de 3'09 pesetas con que cada hectárea contribuye por término medio, varía en cada comarca compasadamente á la naturaleza geológica del suelo: así es que hay héctáreas de terreno diluvial que satisfacen 7 pesetas, mientras otras de subsuelo grani-

(1) En el año económico de 1890-91, las cantidades que han de satisfacerse por la provincia de Segovia, en los conceptos de contribución territorial é industrial, son las siguientes:

	Pesetas.
Territorial.	
Cupo para el Tesoro	1.919084
Recargos municipales	254019
Industrial.	
Cuota y 10 por 100 para el Tesoro	178290
Recargos municipales	24293
6 por 100 de cobranza y formación de matrículas	12155
TOTAL GENERAL	2.387841

En 1841 las contribuciones directas no pasaron de 443600 pesetas, y las indirectas de 682047 pesetas.

tico ó gneísico no pagan más que 0'90 pesetas; datos que, aun cuando demasiado generales, vienen á confirmar lo dicho acerca de la riqueza y edad de los terrenos.

La provincia de Segovia, cuyo terrazgo es de inferior calidad en su mayor parte, ofrece para lo porvenir pocas esperanzas de riqueza, á no ser que la industria, en manifestaciones por ahora problemáticas, venga á aprovechar las caídas de agua de la sierra en motores económicos. Se opondrán, no obstante, á ello en todas ocasiones las fatales condiciones climatológicas, y en mucho tiempo la falta de fáciles medios de comunicación, aun cuando merece consignarse que atraviesan el territorio segoviano más de 450 quilómetros de carreteras generales y 250 de las provinciales, y que contando con el ferrocarril de Segovia á Burgos, que pronto será un hecho, habrá en la provincia de que tratamos cerca de 230 quilómetros de caminos de hierro.

AGRICULTURA.

Pasa la provincia de Segovia por ser una de las que figuran á la cabeza en la producción de cereales, y, sin embargo, aun cuando buena parte de su territorio está dedicada al cultivo de los mismos, apenas si da sobrante de alguna importancia después de bien satisfechas las necesidades del país.

El cultivo en general ha aumentado considerablemente en todo lo que va de siglo, en virtud de la protección dispensada á los roturadores: primero, por los decretos de 19 de Mayo de 1816, 31 de Agosto de 1819 y 23 de Marzo de 1825; y segundo, por las leyes desamortizadoras que entregaron á la propiedad particular dilatados campos, en posesión antes de manos muertas. Ha venido también á mejorar, en parte, la situación de los labradores del territorio segoviano el gran desarrollo que en los últimos años ha alcanzado en toda España el cultivo de la vid, pues si bien las condiciones climatológicas del país no son las más á propósito para la industria vitícola, lo cierto es que ésta se ha establecido en todos los lugares donde ha sido siquiera probable el resultado.

Hay, no obstante, que advertir que en la elaboración de vinos los segovianos están en la infancia del arte, por lo cual aquéllos no se aprecian como debieran, ya que hay sitios, como las márgenes del Duratón, cuyos finísimos caldos pueden competir con los mejores de Burdeos, y no hay vino de mesa superior al de *ojo de gallo* que se elabora en Armuña, Pinilla, Tabladillo, Aragoneses, Balisa, Gemenuño y algún otro pueblo, donde únicamente falta prepararlo de modo que no se pierda y estropee con el tiempo, como ahora sucede.

Según la Dirección general de Contribuciones, hay 718 hectáreas de terreno de regadío dedicadas al cultivo de hortalizas y legumbres; 998 al de cereales y semillas, y 3108 á prados, ó sea un total de 4824 hectáreas de riego. De los terrenos de secano, 282986 hectáreas se siembran de cereales, 9961 se dedican á viñas, 129865 á dehesas y montes y 55718 son terrenos baldíos, sumando en total los

secanos 478530 hectáreas. La superficie improductiva representa, pues, según los datos anteriores, 219446 hectáreas.

De todos modos, la falta de medios para el abono de las tierras, el desconocer la naturaleza del suelo, la escasez de aguas en casi todos los terrenos labrantíos y el sistema de arrendamientos á corto plazo, que imposibilita á los colonos el intentar siquiera mejoras en el cultivo, ha hecho que las producciones sean tan escasas que se considere como remuneradora toda parcela que en año regular rinde por cosecha de cereales seis veces la semilla empleada.

Desde luego, en la comarca de la sierra siempre será corta la utilidad de la agricultura, y el cultivo, muy reducido, estará limitado á las siembras que se hagan, con escasas esperanzas, sobre las tierras arenosas y de poco fondo, producidas á expensas de las rocas cristalinas del subsuelo. En cambio, los prados naturales son, por sus riquísimos pastos, un valioso elemento, aun cuando hayan perdido parte de su precio por la baja progresiva de la industria ganadera.

En la zona septentrional, los páramos de calizas terciarias y los cerros de rocas más antiguas, tienen también malas condiciones para la agricultura, y en la parte central de la provincia, donde los terrenos cuaternarios reunen mejores circunstancias para el cultivo, aún hay, como sabemos, extensas superficies que sólo pueden aprovecharse con montes de pinos.

Sin embargo, pocos territorios hay en España que superen á la región central de la provincia de Segovia por la bondad de sus trigos, ya que los candeales que se cosechan en el partido de Santa María de Nieva no tienen rival para la panificación, y hasta hace pocos años se cotizaban en Madrid con un buen sobreprecio sobre sus similares de otros puntos; pero la costumbre introducida recientemente de comprar al *peso*, prescindiendo en gran parte de la calidad, ha hecho desaparecer aquella ventaja, y con ello ciertamente se ha producido el abandono en la elección de simientes, que antes se hacía con todo esmero.

El cultivo de la cebada va menguando en el país por la falta de abonos, consiguiente á la disminución de la ganadería, y los garbanzos, hace pocos años aún muy apreciados, tampoco encuentran hoy fácil salida, porque los mercados prefieren los de escaso precio, á los que, aun siendo blandos y gordos, como los de Segovia, no pueden venderse por poco dinero.

Otras legumbres secas no son muy abundantes; pero la patata se

cultiva cada vez más, como sucede en todas partes donde el clima es tan riguroso como en el territorio segoviano.

Hace ya años que el cultivo de la rubia, del lino y del cáñamo eran artículos de gran utilidad en la provincia; pero las substancias tintóreas derivadas de la hulla y el uso del algodón han hecho, si no desaparecer por completo, reducir á un mísero estado aquellas producciones que, si se han sustituído en algunos puntos por viñedos, en otros lugares las tierras, antes muy provechosas, se aplican á la siembra de cereales ó permanecen casi abandonadas.

Clasifícanse en cuatro clases las tierras de la provincia, considerando como de primera calidad las que, sembradas de trigo, rinden catorce por uno en años abundantes; de segunda las que dan siete por cada semilla, reduciéndose á cinco en las de tercera y á dos y media en las de cuarta.

Es evidente que después de satisfechos los onerosos tributos que hoy pesan sobre la propiedad rústica; los impuestos de cédulas personales y consumos, distribuídos en muchos pueblos como una capitación; el importe de los arrendamientos; los gastos de cultivo y recolección, y la contribución indispensable á la usura en gente tan necesitada como son los labradores segovianos, hace que éstos arrastren una existencia llena de penalidades y miserias, que se hace punto menos que insoportable cuando las inclemencias del cielo malogran, como sucede con bastante frecuencia, el trabajo y las semillas depositadas en la tierra vegetal.

Procede ésta de la descomposición de las rocas subyacentes, en cuyo caso se forman los terrenos agrícolas de suelo vegetal sedentario, ó proviene de arrastres de fragmentos de otras rocas distintas á las que constituyen el subsuelo, consiguiéndose de este modo los terrenos agrícolas de suelo vegetal sedimentario.

Aún puede admitirse otra división cuando las dos causas anteriores han concurrido para formar la tierra vegetal; pero como esto es raro en la provincia de Segovia, donde los terrenos agrícolas reconocen por origen predominante ó los arrastres ó la descomposición *in situ*, podemos prescindir de la división de que hablamos.

Ocupan casi toda la región montañosa de la provincia los terrenos sedentarios, siendo la tierra vegetal suelta y esencialmente silícea, pues las partes arcillosas procedentes de la desagregación de los feldespatos de las rocas estrato-cristalinas subyacentes han sido arras-

tradas por las aguas, con mucha más facilidad por ser elementos más tenues que los trozos de cuarzo.

Conócense estas tierras con el nombre de centeneras, por ser ésta la semilla á que mejor se prestan, á lo que también contribuyen las condiciones climatológicas; sin embargo, cuando se dispone de riegos se dedican al cultivo pratense, y con suficientes abonos producen todos los frutos de huerta compatibles con su situación topográfica.

En los terrenos cretáceos, cuando el subsuelo es de caliza, las tierras se destinan á siembras de trigo y cebada; y como hace constar el Sr. Prado en la Memoria de la provincia de Madrid, una vez que en la comarca de las sierras de Segovia se oye decir que la tierra es centenera, se la encuentra correspondiendo á los terrenos de la época primaria, mientras que si se asegura que las tierras son trigueras hay certidumbre de encontrar el terreno cretáceo, con la particularidad de que el análisis de las calizas indica siempre la presencia del fosfato de cal, elemento importantísimo en el cultivo de los cereales.

Como la zona cuaternaria es resultado de la descomposición de las rocas de la cordillera, la tierra vegetal corresponde á los terrenos sedimentarios, y en ella se encuentran las partes silíceas y arcillosas producto de la desagregación del granito, del gneis y de las pizarras. Con estos elementos, el terrazgo nunca puede considerarse cual de primera calidad, y, no obstante, es muy superior al existente sobre las rocas antes citadas, y aun mejora de condiciones en las cañadas, y, sobre todo, en su unión con el terreno terciario, porque se mezclan los residuos de distintas formaciones.

En estas comarcas es donde con alguna utilidad se cultiva la vid, y allí donde existen las arenas sueltas, de que hemos hablado tantas veces, encuentran buena aplicación las plantaciones de pino piñonero, que además de los productos de la resinación, proporcionan maderas y la utilidad de su semilla.

Es claro que cualquier tierra vegetal es susceptible de rendir todos los frutos compatibles con el clima, siempre que se disponga de abonos suficientes y de agua para el riego, ya que en el país las lluvias escasean y se presentan con mucha irregularidad.

Por eso en la sierra hay bastantes acequias dedicadas al riego de los prados; pero ni son tantas como pudieran ser ni distribuidas convenientemente, porque el origen de la mayor parte de ellas fué

para surtir de aguas á los lavaderos de lana, cuando la industria pecuaria tenía grandísimo interés en la provincia.

Fuera de la sierra, los ríos apenas prestan más utilidad que dar movimiento á algunos molinos harineros, y las tierras de sus márgenes permanecen de secano, cuando sin gran esfuerzo pudieran transformarse en parcelas de regadío en muchas hectáreas.

Es claro que en las vegas de los arroyos y aun en las orillas de los ríos, se encuentran aquí y allí algunas huertas y arboledas; pero siempre con poco desarrollo, comparado con el que podrían adquirir si en vez de contar sólo con el esfuerzo individual, se hiciesen pantanos y canales con que atender al riego.

Conocidas son en la provincia de Segovia, lo mismo que en todas partes, las ventajas que se obtienen con el uso de los abonos orgánicos, esencialmente el estiércol; pero es asunto nuevo el empleo de los abonos inorgánicos ó minerales, indudablemente base de la agricultura racional, y cuyo estudio entra de lleno en la aplicación de la geología.

No hemos de repetir aquí lo que hemos consignado acerca del particular en nuestras Memorias de la provincia de Cuenca, Valladolid y Valencia; pero recordaremos que las principales substancias minerales que pueden emplearse como abono de las tierras, son: la cal, el yeso, la arcilla, la marga, el carbonato de magnesia y los óxidos de hierro, según los elementos que falten en la tierra que se trate de mejorar.

Tampoco tenemos necesidad de hacer un estudio detallado de los diversos terrenos agrícolas que hay en el país, pues datos suficientes para resolver la cuestión se encuentran también en lo que llevamos publicado, y para concluir sólo diremos algunas frases que sinteticen el estado de la agricultura segoviana.

El cultivo agrario y hortense lucha en Segovia, como en casi toda España: 1.°, con el empobrecimiento del suelo, consecuencia de la invariabilidad del cultivo; 2.°, con la carencia de caminos vecinales, representados por sendas intransitables gran parte del año; 3.°, con el antagonismo y la disminución de la ganadería; 4.°, con los inconvenientes de la multiplicada división del terrazgo; 5.°, con la merma de arbolados; 6.°, con la falta de riegos; 7.°, con la escasez de instrucción y capital de la mayoría de los labradores; 8.°, con el poco respeto á la propiedad; 9.°, con lo exagerado de los tributos, y 10.°, con las inclemencias del cielo.

Sólo podrían remediarse en parte estos males adoptando las buenas prácticas agrícolas, que consisten en sustituir el cultivo extensivo ó exclusivo por el intensivo ó alternativo y por el asociado, ó simultánea combinación de árboles, arbustos y yerbas, procurando al propio tiempo derivar por medio de canales las aguas de algunos ríos, lo que no ofrece en una buena parte del país grandes dificultades ni gastos extraordinarios, atendiendo con estas aguas al riego de los terrenos, y haciendo así que las praderas y prados artificiales viniesen á dar alimento á los ganados, para que éstos proporcionasen despojos y abonos. Además de esto, hay que emplear los instrumentos y aparatos perfeccionados que hoy se conocen, y completar la fertilidad de los suelos con la adición de aquellas substancias minerales que en los mismos escasean y que son indispensables para la vida de las plantas, de modo que la agricultura de la provincia no se vea, cual hoy, expuesta á temibles contratiempos.

No proponemos, por tanto, cambiar en nada esencial el sistema agrario hoy seguido en el país, pues al mismo tiempo que comprendemos que por grandes y acreditadas que fuesen nuestra iniciativa y suficiencia, sería difícil consiguiéramos de una vez un resultado general: estamos además firmísimamente persuadidos que las prácticas seguidas en el cultivo de una localidad no son producto del acaso, sino que reconocen por origen las lecciones de la experiencia y los mandatos de la naturaleza, contra los cuales nada puede la voluntad humana.

Mas no por esto se ha de renunciar á poner en juego la actividad y los progresos, siempre crecientes, de la ciencia, ya que afortunadamente las leyes que rigen el universo no contienen cláusula alguna donde la ignorancia se escude ó el favoritismo se ampare, y en el camino por donde libremente marchan el estudio y el trabajo siempre se puede, siguiendo lo establecido, introducir las mejoras convenientes para toda industria, y principalmente la agrícola, partiendo de los resultados que proporcionan los datos geológicos, pues si la misión de la ciencia no es imaginar, sino descubrir, el campo de las aplicaciones siempre ha de estar abierto, y mucho más cuando lo que se intente realizar en un punto dado traiga de otra parte la sanción del éxito.

Más brillante que el estado de la agricultura es el del cultivo forestal en la provincia de Segovia; pues si de los robledales y encinares no se consiguen otros productos que el valor de la leña y el gra-

nillero, que utilizan los ganados, de los pinares, además de las maderas, se aprovecha el piñón y la resina que se beneficia en diversas fábricas.

En el estado oficial que manifiesta la producción media ánua que en cada provincia se obtiene de los montes públicos, en el quinquenio de 1875 á 1880 la provincia de Segovia figura con un rendimiento de 1.413672 pesetas; pero los montes particulares dan una producción mucho mayor.

En resumen: si con pantanos y canales, con perfeccionar las labores del campo, introducir algunas modificaciones en los sistemas agrícolas y usar aparatos perfeccionados para sembrar y recolectar, puede, en muchos casos, mejorar grandemente la agricultura de la provincia de Segovia, como el clima siempre ha de dejar sentir su influencia de una manera poco provechosa, no se obtendrán productos seguros del cultivo ínterin una buena vegetación arbórea no venga á prestar protección á las plantas pequeñas.

Para esto hay que repoblar y obtener nuevos montes en la provincia, que ayuden á los existentes á cumplir el objeto que nos proponemos; y para esto, nada más oportuno que las siembras de piñones, cuyos resultados son conocidos en el país, siendo regla general no debe de haber tierra alguna sin plantas que la sombreen, pues una clase de vegetales amparan y protegen á las otras, según lo demuestra la naturaleza.

Ateniéndose á lo que en términos generales hemos indicado, y modificando las reglas según lo pidan las circunstancias locales, la agricultura de Segovia podrá alcanzar importancia hasta ahora desconocida; crecerá á la par el interés de la sevicultura, y la ganadería, contenida primero en sus justos límites, se desarrollará después pujante, para conseguir tanto valor, si no más, que el que tuvo en lo antiguo, cuando las cabañas de Segovia eran una de las mayores riquezas de Castilla.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA.

INTRODUCCIÓN.

No es el territorio de la provincia de Segovia de aquéllos en que se presentan grandes dificultades para separar los diversos sistemas geológicos (1) que se ofrecen al paso del observador, pues los caracteres pétreos son por regla general distintos para cada terreno, bien definidos en cada formación, y el orden estratigráfico marcado y constante, de tal modo, que determinado una vez en un punto cualquiera un horizonte geognóstico, puede éste reconocerse en lo sucesivo sin inconveniente de ningún género.

Donde las dudas son fundadas y se hace difícil establecer separaciones, es entre las rocas estrato-cristalinas y las que no presentan caracteres evidentes de estratificación, porque el paso de las micacitas al gneis y de éste al granito y sus congéneres es tan evidente, que desde luego se comprende que sólo por una orientación mayor ó menor de los elementos, debida á influencias metamórficas, se diferencian unas de otras rocas, las cuales, sin embargo, acreditan un origen idéntico y una composición elemental también idéntica, siendo este caso repetición de cuanto sucede en tantos sitios dentro y fuera de España, que sólo como excepción pueden presentarse ejemplos en contrario.

Pero si descartadas las rocas cristalinas empezamos á considerar

(1) Como, á pesar de los Congresos celebrados para la unificación del colorido y lenguaje geológicos, no se ha llegado aún, ni es fácil se logre, á establecer una clasificación general, seguiremos en este trabajo la que nosotros propusimos en el primero de dichos Congresos, que se reunió en Bolonia en 1881, y que ha sido aceptada en varias publicaciones de la Comisión del Mapa geológico de España, como la más completa y definida.

Entenderemos que *serie* y *época* son sinónimos en geología, dividiéndose en *sistemas*, *terrenos* ó *períodos*, que á su vez se subdividen en *tramos* ó *edades*, en que pueden distinguirse diversas *zonas* ú *horizontes*, además de los *bancos*, *capas* ó *lechos* que á estos últimos constituyen.

las de los sistemas más recientes, veremos que en el cambriano hay una masa general de filadios de textura y composición casi constante, los cuales ocupan una buena porción del partido de Santa María de Nieva, sobresaliendo entre los materiales diluvianos y descansando en las masas cristalinas que asoman en diversos puntos de la misma región, como dando fe y clara muestra de la constitución del subsuelo.

El sistema siluriano viene desde la provincia de Guadalajara á formar la sierra de Ayllón y extenderse por las faldas septentrionales de la misma; y al verlo reaparecer al norte de Sepúlveda, constituído por las mismas pizarras y cuarcitas, parece demostrarse no se hallará á gran profundidad en todo el espacio intermedio, cubriendo á las rocas del período estrato-cristalino y sirviendo de sostén, ya al terreno triásico, ya más bien al cretáceo, ya á uno y otro si ambos se sobreponen, como parece probable, pues que en el país no se encuentran rocas ni infracretáceas ni jurásicas.

Tiene poca importancia en la provincia el sistema triásico, á lo menos en la superficie; pero no es aventurado suponer que en el subsuelo alcancen sus areniscas y margas mayor desarrollo que en lo exterior, en consonancia con el interés que este terreno tiene en España.

Los materiales de la creta cubren buena extensión en el país, y desde los derrames de la sierra llegan casi á tocar el lindero septentrional, ya en grandes manchas, como las de Sepúlveda y Pedraza, ya en isleos independientes, como los de Zarzuela del Pinar y Lastras de Cuéllar, siendo casi seguro que bajo las rocas terciarias y cuaternarias las calizas y arcosas cretáceas han de extenderse por dilatadas superficies.

Preséntanse en el norte del territorio segoviano las rocas terciarias que van á constituir los páramos calizos de la provincia de Valladolid; y prescindiendo ahora de los problemas que se ofrecen al explicar su formación dentro de lagos de agua dulce, los cuales procuraremos resolver á su tiempo, por el pronto sólo nos toca indicar que la posición horizontal de las capas revela que el sistema ha sufrido pocas acciones geodinámicas, y que debajo de aquéllas es muy fácil se hallen sedimentos de edad más antigua, la creta, así como las masas diluvianas, cuando son derrubiadas, enseñan que el subsuelo es de arcillas ó calizas del terciario.

En lo que se refiere á los materiales detríticos, que forman gran

parte del suelo de la provincia, aun cuando no muy claro su origen, sobre todo para los acervos de arenas blancas que se alzan en algunos puntos, y para los conglomerados que asoman en otros sitios, puede, como síntesis, establecerse que forman un manto arcillo-arenoso, á veces de gran espesor, que cubre rocas antiguas de distintas edades, pero dispuestas y ordenadas cronológicamente.

Parece deducirse de todo que desde las faldas de la sierra Carpeto-Vetónica, formada, como hemos indicado, por rocas cristalinas, se extienden hacia el norte los diversos sistemas geológicos que hemos ido mencionando, constituyendo á modo de una cuenca que, tal vez poco profunda cuando empezaron á sedimentarse las rocas cambrianas, iba, por la sucesiva elevación del litoral, ahondándose para recibir los materiales silurianos, triásicos, cretáceos y terciarios, viniendo, por fin, los sedimentos cuaternarios á cubrir todo lo que, corroído y fraccionado por la acción de los agentes físicos, había dejado sitio para acarreos, tal vez torrenciales é intermitentes, tal vez más seguidos y uniformes de lo que generalmente se sospecha.

Á tan distintas clases de rocas como se presentan en la provincia, corresponden las diversas condiciones topográficas: así es que los granitos y gneis de la sierra se muestran como formando una serie de cerros que se sostienen á gran altura y se enlazan siguiendo una dirección bastante uniforme, sin embargo de que cada uno de ellos tiene pendientes más ó menos pronunciadas y es más ó menos escabroso, según que en él dominan las rocas hipogénicas ó las estrato-cristalinas, siendo con frecuencia rápidas y descarnadas las laderas, mientras que las cimas se aplanan y redondean. Es decir, que si unas alturas se confunden, otras se apartan entre sí por valles no de gran longitud, pero repetidos y llenos de canchales, como que la tierra vegetal, sucesivamente producida, es arrastrada por frecuentes, aunque no muy temibles, avenidas.

En toda la zona cambriana los filadios forman colinas y oteros de poca altura y cumbres redondeadas, y esto mismo sucede donde las pizarras silurianas constituyen el suelo; mas no cuando van acompañadas de cuarcitas, como ocurre en el extremo oriental de la sierra, donde aparecen multitud de altas lomas y elevados cerros de faldas muy inclinadas y con frecuencia sumamente rápidas, lo que se justifica bien, pues mientras las capas de cuarcita resisten casi inalterablemente la acción de los agentes atmosféricos, las pizarras son

derrubiadas con rapidez, y entre unas y otras rocas resultan escarpas y tajos multiplicados.

Constituído el sistema triásico por capas de areniscas horizontales ó poco inclinadas, no presenta circunstancias topográficas dignas de atención, como sucede en otras partes de España, donde el trías, teniendo gran abundancia de calizas, da como resultado un suelo sumamente escabroso; mas, no obstante, al terreno triásico corresponden las principales y más escuetas alturas del norte de la provincia de Segovia.

El sistema cretáceo está formado por calizas en lo alto y arcosas en la base; y como las capas son horizontales, tanto en las fajas al pie de la sierra, como en la gran mancha de Sepúlveda; lo mismo en los bordes que en lo interior, cuando la formación queda cortada por las corrientes, se presentan escarpados tajos y profundos desfiladeros, como se ve en las cercanías de Segovia, en Sepúlveda, en Burgomillodo, en Pajares de Pedraza, en Castroserna, Cavallar, etc.

Suele ofrecer el terreno terciario, lo mismo que el cretáceo, un tramo calizo en la parte superior cubriendo otro horizonte margoso, y con esta disposición forma en el norte de la provincia altos páramos más ó menos extensos, divididos por cortaduras y cañadas estrechas, pero no tan profundas como las cretáceas; según puede verse en las cercanías de Cuéllar, Frumales y Laguna de Contreras, siendo análoga la disposición del terreno en Linares, Maderuelo, Ayllón y Esteban Vela, aun cuando aquí el páramo y los barrancos dependen del miembro sabuloso, que es el más inferior de los tres de que consta la formación.

El sistema diluvial, cuando está constituído por arenas sueltas, forma llanuras de dificilísimo tránsito por lo movible del piso, cual sucede en los pinares de Coca ó en los de Navalilla y Fuente Rebollo; y cuando es más coherente, constituye un terreno doblado semejante al de las cercanías de Madrid, y aun se da el caso de encontrar en algún punto, pero sobre todo entre Gemenuño y Villacastín, torronteras abarrancadas casi intransitables, ó colinas en que las arroyadas derrubian un día tras otro grandes cantidades de tierra para que aquéllas se profundicen más y más.

En resumen, la configuración actual del suelo de la provincia de Segovia débese á dos causas distintas: unas actuales, que, obrando superficialmente, reconocen como agentes á los atmosféricos, con su acción directa ó derivada; y otras que, á través de las edades geoló-

gicas, han actuado sobre todo el país, como consecuencia de los movimientos inherentes á nuestro planeta, habiendo entre unas y otras conseguido lo que, si hoy se presenta como definitivo, es sólo un tránsito en la evolución continua que por doquier se desarrolla.

Estas ideas generales hemos de verlas confirmadas en la descripción en que vamos á entrar, la cual bueno será advertir no constituye un estudio completo de geología sistemática, ya que en el país faltan los terrenos devoniano, carbonífero y permiano de la época primaria; el liásico, jurásico é infracretáceo de la secundaria, y el eoceno y plioceno de la terciaria.

Aun cuando en la descripción física hemos indicado la extensión superficial aproximada de los diversos sistemas geológicos dentro de la provincia, no estará de más lo repitamos ahora:

Rocas hipogénicas		650	quilómetros	cuadrados.
Sistema estrato-cristalino		700	—	—
—	cambriano	200	—	—
—	siluriano	100	—	—
—	triásico	20	—	—
—	cretáceo	1100	—	—
—	mioceno	750	—	—
—	diluvial	3500	—	—

ÉPOCA PRIMARIA.

ROCAS HIPOGÉNICAS.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Empezamos la descripción geológica por las rocas hipogénicas, no porque sean evidentemente las primeras que han asomado á la superficie del terreno segoviano, sino porque como, cualquiera que sea la teoría que se siga para explicar la formación de las mismas, hay que admitir que entre los materiales resultantes al consolidarse nuestro planeta existían los elementos que constituyen dichas rocas, es evidente que éstas formaron el primer horizonte geognóstico, sin que haya obstáculo para que después, en la sucesión de los tiempos, reinando análogas causas, sean los efectos semejantes, y, por tanto, se haya reproducido la formación y emergencia de las rocas de que tratamos.

Quiere esto decir que los granitos y sus congéneres que se ven hoy en la provincia de Segovia pueden tener edad muy distinta, y esto es lo que realmente sucede, pues al paso que en algunos puntos hay probabilidades de que correspondan á las capas primitivas, en muchos otros lugares su llegada á la superficie ha sido mucho más moderna, según lo indica la inclinación ocasionada en los estratos de las rocas sedimentarias que los cubrían, y que rotas y derrubiadas los han dejado al descubierto.

Con lo que acabamos de indicar, se encuentra planteado un problema de los que más han dado que pensar y discutir á los geólogos; y aun cuando no sea sino rápidamente, algunas palabras hemos de dedicar en busca de la solución tantas veces intentada y nunca conseguida á gusto ó satisfacción de todos; pero no lo haremos sino más adelante, para lo antes posible empezar la verdadera descripción geológica.

Forman las rocas graníticas en el territorio segoviano tres gran-

des zonas en la sierra, y otras de menor ámbito que asoman más al norte del país, entre materiales de sedimentación relativamente moderna.

Para describir las tres primeras, comenzaremos por la más meridional y la mayor de todas, que se extiende por la sierra de Malagón, gran parte de la de Guadarrama, y que desde las provincias de Ávila y Madrid viene á formar las principales alturas de esta comarca, comprendiendo La Peña del Oso y llegando hasta Navas de Riofrío, La Losa, Ortigosa del Monte, Otero de los Herreros, Vega de Matute, Navas de San Antonio y Villacastín, para en tierra de Ávila constituir un verdadero páramo.

No deja de llamar la atención que, fuera del Espinar, no se encuentre ningún pueblo entre las masas graníticas de que tratamos, pues todos los que antes hemos citado se hallan precisamente en el contacto de las rocas hipogénicas con las sedimentarias. La explicación de este hecho la encontramos, más que en la composición del terreno, en las condiciones topográficas, principalmente la elevada altitud con que éste se presenta y las circunstancias climatológicas consiguientes.

Dentro de la superficie antes circunscrita, y que pasa de 500 quilómetros cuadrados, hay diversos puntos donde se ofrecen grandes dudas para fijar si en efecto se trata de materiales completamente cristalinos, ó de los que presentan señales evidentes de estratificación; pero ya queda indicado que esto sucede en todos los sitios de la provincia donde se encuentran ambas clases de rocas, y es una regla tan general, que para salvar dificultades de otro modo insuperables en toda descripción, es preciso decidirse por aceptar como esencial la formación dominante, sin perjuicio de señalar los casos referentes á los tránsitos ó cambios que se observen.

Siguiendo, pues, este procedimiento, y reservando las excepciones para cuando expongamos los datos locales, no insistiremos más en las ideas anteriores hasta que se presente ocasión justificada para ello.

La segunda mancha de materiales hipogénicos es continuación de la que en la provincia de Madrid sube hasta el puerto de Navacerrada, para dentro del territorio segoviano ocupar todo el Pinar del Rey, llegando hasta Revenga y Palazuelos, y, dando la vuelta por el este de La Granja, ir á alcanzar la Peña Lara. Dentro de esta zona se hallan Valsaín y el Real Sitio de San Ildefonso, y la superficie perteneciente á los materiales cristalinos se aproxima á 100 quilómetros cuadrados.

Se extienden también las mismas rocas cristalinas desde lo alto de la sierra hasta la ciudad de Segovia, y comprendiendo por el sur á Cabanillas del Monte, siguen desde la capital al este de La Lastrilla y Espirdo, tocando por el norte en Sotos Albos, Pelayos, Collado Hermoso y La Salada, para dar la vuelta al Pinar de Pedraza y subir á los montes Carpetanos.

Se encuentran dentro de esta superficie granítica, que pasa de 120 quilómetros cuadrados, los pueblos de Aldehuela y Torre Caballeros, además de Cabanillas y Sotos Albos, ya mencionados.

Las manchas graníticas del resto de la provincia son:

1.ª La que entre Encinillas y Bernuy de Perreros tiene relación evidente con la de Segovia, por bajo del terreno cretáceo, y que va á fundirse por Levante con las rocas estrato-cristalinas, cubriendo una superficie de unos 8 quilómetros cuadrados.

2.ª La que en término de Aragoneses llega por Levante á Tabladillo, por el Norte á Pascuales y por el Oeste á Balisa, quedando oculta por los filadios cambrianos en su mayor parte y por las rocas cretáceas y diluviales en el resto. Su superficie es de cerca de 13 quilómetros cuadrados.

3.ª Con superficie próximamente igual á la últimamente citada se presenta la mancha que, cortada por el río Cega, se extiende entre Zarzuela del Pinar y Lastras de Cuéllar, viniendo encima en uno y otro punto, á Poniente y Levante el terreno cretáceo, mientras que los aluviones se extienden por Norte y Mediodía.

4.ª En el contacto de las rocas cambrianas y cuaternarias asoma también en Armuña el granito en una extensión que no pasa de 30 hectáreas.

5.ª Por fin, en el lindero de la provincia de Madrid, al S. del vértice geodésico, *Los Colgadizos*, las rocas graníticas se apoyan en el gneis en una superficie de 6 quilómetros cuadrados próximamente.

Los materiales que representan las masas hipogénicas de todas las superficies citadas son en esencia poco distintos, por más que, como veremos, hay multitud de diferencias locales, siendo uno de tantos ejemplos que la naturaleza presenta para realizar la variedad en la unidad.

El granito de grano fino (que así se denomina aquél cuyos elementos, supuestos esféricos, no pasan de 3 milímetros de diámetro) es muy escaso, y apenas se puede señalar su presencia sino en el lindero de

las provincias de Segovia y Madrid, donde es de color blanco, con dos feldespatos y dos micas, una plateada y otra parda, y por la finura de su grano constituye una preciosa piedra de construcción.

Abunda más el granito de grano mediano, de color gris claro, cuyo feldespato es blanco, el cuarzo gris y la mica negra, acompañada por otra bronceada ó de color de plata. La textura de la roca es muy uniforme y el grano muy igual, aun cuando en ciertos sitios el feldespato constituye nódulos y filones dentro de la masa, y también el cuarzo y la mica se concentran en algunos puntos.

El granito dominante es el de grano grueso, cuyos elementos llegan á tener hasta 15 milímetros de lado, siendo el feldespato ortosa lo que predomina en la roca, que suele ser pobre de mica negra ó parda.

Se ofrece el granito con colores variados y con proporciones muy distintas de sus elementos; pero es constante que la parte feldespática sea la de menos resistencia á los agentes atmosféricos, y de aquí que, en general, se presente el suelo correspondiente á la formación cristalina cubierto por arenas arcillosas de aspecto enteramente igual á las del terreno cuaternario; y como la coherencia de la roca es muy diversa, aun en espacios muy reducidos, el espesor del manto arenoso es también muy desigual, tanto que en ciertos puntos el granito se oculta por completo; en otros hay tormos que sobresalen notablemente de las tierras que los rodean, y en algún sitio la roca cristalina se presenta con perfiles recortados muy caprichosos y riscos completamente libres y escarpados.

Considerando la estructura general, no obstante la aparente confusión y enlace con que á primera vista se ofrecen los elementos constituyentes, no es difícil señalar, aun en las masas que parecen más compactas, algo que indique una orientación fija para aquéllos, y esta disposición, que los canteros conocen con el nombre de *hoja de la piedra*, la aprovechan para la más fácil labra de la misma. Como además en varios puntos la roca se presenta formando grandes lastras, ya casi horizontales, ya muy inclinadas, y hasta se dan casos de una estructura tabular en estratos delgados, aunque no pizarreños, llegamos fácilmente á la conclusión de que el granito de la sierra es una roca sedimentaria, por más que el metamorfismo haya borrado casi por completo los caracteres primitivos.

En la masa hipogénica, además de la división en capas, se observan también varias series de quiebras ó *litoclasas*, con dirección algo

variable según los lugares, pero agrupadas de tres en tres, fijas y próximamente perpendiculares entre sí, para cada sitio, por lo cual la roca se halla dividida en prismas, unos en contacto de otros, y terminados por caras planas bien definidas.

Á veces el granito presenta estructura esferal, y como resultado de ella se ven amontonados en muchos sitios cantos más ó menos redondeados que no han adquirido la forma actual por desgaste de los ángulos y aristas de masas poliédricas, como generalmente admitían los antiguos autores, sino porque así resulta de su constitución intrínseca, siguiendo la ley de un fenómeno hoy muy conocido y estudiado, hasta el punto que no falta quien afirme es un signo característico de los granitos primitivos, más ácidos, con poca mica y con indicios sólo de feldespato anortosa, mientras que la estructura tabular domina en las variedades más recientes.

Ya trataremos de explicar más adelante á qué causas puede atribuirse la formación de las masas globosas, bastándonos indicar ahora que algunas de ellas presentan, como los basaltos, capas concéntricas, tanto menos descompuestas cuanto más próximas están del centro, y con densidad creciente desde el exterior á lo interior.

Cuando, como sucede en la mayor parte de la provincia, los elementos esenciales del granito se disponen con orientación bien definida, la roca toma una estructura hojosa, y entonces el paso al gneis es evidente, é imposible determinar dónde empieza una especie y dónde concluye otra, pues si hay granitos muy pizarreños, en cambio se hallan gneis en que la estructura es compacta, y en los cuales sólo después de una atenta observación se puede fijar el paralelismo de los elementos, principalmente de la mica.

Respecto á la composición, hay también variaciones muy grandes, pues si en los granitos normales los minerales constituyentes están repartidos con bastante igualdad, ya aislados, ya penetrándose mutuamente, y se admite que el cuarzo entra por 30 ó 35 por 100, los feldespatos representan el 40 ó 45, y el resto la mica; como quiera que frecuentemente varía la proporción de los dos feldespatos, suele haber dos micas, y raro es el caso en que no se encuentran más ó menos accidentalmente el anfibol, la clorita, la pirita de hierro, la limonita, la magnetita, el granate y el carbonato de cal ó de magnesia: las variaciones de rocas se suceden, según cambian, aumentan ó disminuyen los elementos constitutivos.

Así es que en el país aparece el sienito cuando la mica es susti-

tuida por el anfibol, quedando invariables el feldespato ortosa y el cuarzo: si se presenta un silicato magnesiano reemplazando á la mica, encontramos el protogino; tendremos una leptinita cuando escasee el cuarzo y sea granudo el feldespato ortosa, mientras que si éste es compacto, la roca será un pórfido, y aun una eurita si faltan los demás minerales. Descartando el feldespato, hallaremos la hialomita ó greisen por la unión del cuarzo y la mica, así como si es esta última la que desaparece, tendremos la pegmatita. Por fin, cuando el feldespato ortosa es reemplazado totalmente por el plagioclasa, se producen las dioritas y doleritas, que rara vez tienen mica, pero casi siempre magnetita.

Ejemplos de todo ello presentaremos al estudiar las variaciones de la formación cristalina dentro de la provincia, y concluiremos ahora diciendo que entre los granitos hay que distinguir uno frecuentemente porfiroide y con poca mica, que es el más moderno, y otro primordial, de grano más menudo y con dos micas, existiendo en ambos dos feldespatos.

DATOS LOCALES.

En el puerto de Guadarrama es el granito de color gris, algo azulado, grano mediano, porfiroide algunas veces, y con mica negra dominante, que si de ordinario está repartida uniformemente, en ocasiones se concentra formando gabarros, cuyo diámetro suele ser de tres á cuatro centímetros.

Siguiendo la carretera de Galicia, en el Parador de San Rafael, el granito es gris amarillento, de grano grueso, cuarzo hialino ó semitransparente, feldespatos blancos (dominando el ortosa), poca mica verde negruzca y manchas de óxido de hierro. Los cristales de cuarzo tienen sus caras corroídas, y los de feldespato están superficialmente caolinizados, sobre todo en aquellas partes de la roca que sufren directamente la acción de los agentes atmosféricos, circunstancia común en toda la sierra.

Entre el Parador de San Rafael y la Casa de Prados el granito, de color general gris amarillento en la superficie y más blanco en el interior, ha experimentado en toda la masa un principio de desagregación, porque el feldespato ortosa, que es el dominante, tiene parte de su masa transformada en caolín. Por esto las tierras que lo cubren son abundantes; y si bien dominan los elementos silíceos,

están envueltos por una arcilla rojiza, entre la que se ven las hojuelas de mica del granito sin haber sufrido alteración sensible.

Hay en esta región una roca adelógena que, examinada con el microscopio, resulta estar formada esencialmente de feldespato plagioclasa, hornablenda, clorita bastante abundante y algo de carbonato de cal romboédrico, es decir, que sin error debe considerarse como una diorita ó diabasa. Macroscópicamente aparece con color negro verdoso, y, envueltos por una pasta microcristalina, se advierten cristales de buen tamaño de anfíbol y fesdespato anortosa, juntos con algunas agujas de turmalina negra, cristales dodecaédricos de granate almandino y algunos cubos pequeños de pirita de hierro.

Producen las acciones atmosféricas la descomposición de la roca por zonas concéntricas, que van sucesivamente cambiando de color y textura, dando origen á una tierra vegetal excelente, como se comprende, desde luego, en vista de la variedad de elementos minerales que entran á formar primero la masa pétrea y después la tierra en cuestión.

Es casi siempre azulado el granito del Espinar, de grano mediano, cuarzo gris, feldespato ortosa blanco, amarillento y mucho más escaso el plagioclasa, y negra la mica biotita, señalando además el microscopio la presencia del anfíbol. Con frecuencia se destacan entre la masa pétrea cristales de feldespato y aun de cuarzo, mucho mayores que los de la pasta general, es decir, que la textura es porfídica, sobre todo en los lisos de las litoclasas, que con tres direcciones casi perpendiculares dividen la roca en grandes prismas rectangulares.

La orientación general para estas litoclasas de la formación granítica, está marcada en las dos direcciones de NO. á SE. y NE. á SO., formándose los ángulos sólidos de la roca con un tercer plano perpendicular á los dos ya determinados.

Dentro del granito hay vetas de cuarzo blanco con textura fibrosa, estando esta roca cruzada por venillas de óxido de hierro y constituyendo varios filones que corren generalmente de NE. á SO., con espesor variable entre cinco centímetros y un metro, encontrándose algunas partes casi transparentes, y en otras se forman unas costras de calcedonia mamilar de color morado; caso de segregación y metamorfismo verdaderamente curioso.

En el norte del Campo Azalvaro, á levante de la sierra de Ojos Albos, el granito deleznable forma grandes canchales, y la roca es por-

firoide, de feldespato blanco con manchas amarillentas ó parduzcas, cuarzo gris y mica negra, observándose una tendencia marcada á la estratificación, con buzamiento al SO., más pronunciada al paso que la textura gneísica se desarrolla.

Hacia el confín de la provincia de Ávila, el granito dominante es de elementos desiguales, cuarzo vítreo, feldespato rojizo y gris, algo descompuesto, y mica bronceada poco brillante, estando cruzada la roca por gruesos filones de cuarzo blanco, cuya dirección dominante es de NE. á SO., paralela á las litoclasas mejor marcadas.

Hay también en esta localidad una pegmatita de elementos voluminosos, sobre todo los de feldespato rojo, con algunas hojas de mica plateada; y en contraposición se ve en otros sitios que el granito es fino, toma anfíbol, y, por fin, encierra en su masa pórfidos cuarcíferos de color negro algo verdoso, muy compactos, y en cuya pasta pétrea se hallan numerosas amígdalas de feldespato blanco, que recuerdan las concreciones de analcima.

Circunstancias semejantes á las que ocurren para este pórfido son bastante frecuentes en el granito de la cordillera Carpeto-Vetónica para las intercalaciones de rocas adelógenas; y como quiera que la naturaleza de las mismas no ha sido bien conocida hasta que los estudios micrográficos han venido á demostrarla, expondremos ahora algunos detalles que justifiquen la clasificación que hemos dado á las rocas verdosas de que hablamos.

Cita D. Casiano de Prado en su Memoria de la provincia de Madrid, como rocas subordinadas á las formaciones cristalinas, ciertos pórfidos negros, dioritas y trap, sin entrar en detalles de composición, de que tampoco se hace estudio especial en la descripción geológica de la provincia de Avila, por D. Felipe Martín Donayre, aun cuando se enumeran muchas localidades donde se encuentran las masas minerales de que hablamos; y si el Sr. Breñosa, en un artículo publicado en el tomo XIII de los *Anales de Historia natural*, describe minuciosamente las porfiritas y microdioritas de San Ildefonso y sus contornos, prescinde por completo de los verdaderos pórfidos que hay en la sierra, y de los cuales es un ejemplo el que existe cerca de los linderos de Avila y evidentemente en otros muchos sitios, según ha hecho constar el Sr. Macpherson en su interesante trabajo acerca «de las relaciones entre las rocas graníticas y las porfídicas,» publicado en el tomo IX de los *Anales* de la Sociedad antes citada.

Examinada con el microscopio la roca en cuestión, se ve está constituída por ortosa abundante, plagioclasa escasa, cuarzo y anfibol, incluido todo en una pasta eurítica, que también envuelve cristalillos de pirita de hierro y magnetita.

Dada la calidad del feldespato dominante, no queda duda respecto á la clasificación de la roca, cuyos fragmentos aparecen cubiertos por arcilla rojiza producida por la alteración de la eurita, quedando vacíos los sitios correspondientes á los cristales de ortosa, sin duda porque en ellos la descomposición ha sido más rápida que en el resto de la masa, resultando así una superficie esponjosa que recuerda la de las lavas.

Hacia Navas de San Antonio domina el granito arenoso de color amarillento, encerrando masas más consistentes, que á orillas del arroyo Piezga forman canchales de voluminosos berruecos, y más á Poniente, envueltas por granito de grano mediano, feldespatos blanco amarillento y rojizo, cuarzo gris y mica negro-verdosa, se hallan rocas hornabléndicas formando filones delgados que corren de NO. á SE., y á los cuales cortan perpendicularmente otros de cuarzo blanco con venas rojizas, señalándose claramente con los primeros y los segundos el sistema general de quiebras que hay en toda la región, y que fácilmente se advierte, sin más que observar la marcha de las corrientes que lo surcan.

En varios puntos al sur de Villacastín, el granito se presenta en grandes cantos prismáticos, producidos por las litoclasas, originadas probablemente por la contracción de la roca, y en otros lugares asoma ésta en peñones globosos, cuya descomposición produce costras que ofrecen cada vez más dureza hacia lo interior, si bien muchos de estos cantos son muy homogéneos en toda la masa, que aparece como inalterable, ya se halle expuesta á la acción de los agentes exteriores, ya esté resguardada por la roca blanda que con frecuencia la rodea. Es éste un principio de cristalización general que ya hemos indicado, y de que volveremos á tratar más adelante.

Los granitos de Villacastín son, ordinariamente, de color gris claro, grano mediano, cuarzo poco abundante, feldespatos también blancos, dominando casi por completo el ortosa, y dos micas, una negra y otra plateada en hojuelas pequeñas. Representa esta roca el granito tipo del Guadarrama, de que tanto uso se hace en las construcciones de Madrid; y por más que la distribución de los componentes sea casi uniforme, hay de vez en cuando partes porfiroides

con cristales de feldespato de 3 y 4 centímetros de lado, y siempre se señala la orientación de los elementos ú *hoja de la piedra*, cual comprobación de que, aun en las rocas hipogénicas más compactas, se reconoce un origen sedimentario, por más que el metamorfismo, si ha sido muy enérgico, puede haber contribuído grandemente á la mayor cristalización de los minerales y borrado casi por completo los caracteres estratigráficos.

Hay también en Villacastín diabasas y pórfidos cuarcíferos intercalados en la masa granítica, y en el camino á Aldeavieja existe un sienito rojo, con cuarzo gris muy escaso, feldespato laminar y anfibol descompuesto, que debe considerarse como un tránsito entre los granitos y los pórfidos.

Corresponde además á la formación cristalina de la localidad una pegmatita rojiza, algo piroxénica, en que el cuarzo y el feldespato se presentan en cristales muy distintos y en proporción igual, mientras que el anfibol se halla descompuesto y transformado parcialmente en clorita. Por el grano grueso de la pasta y lo heterogéneo de sus elementos, tiene la roca el aspecto de un aglomerado; pero hay que desechar esta idea viendo con el microscopio cómo se entrelazan y penetran el cuarzo y el feldespato. Las litoclasas están muy repetidas, y en todas ellas hay una tenue capa de arcilla ferruginosa procedente de la descomposición de la piedra, que es una variedad curiosa de las masas hipogénicas del país.

Aún debemos indicar que entre el granito de Villacastín existen algunos filoncillos de molibdeno sulfurado, que se presenta cristalizado en tablas exagonales, regulares y muy delgadas.

En las cercanías de Vegas de Matute hay una inmensa confusión entre las rocas graníticas y las gneísicas; pero dominan las primeras considerando en conjunto el terreno.

Medio quilómetro al sur de la iglesia del pueblo se halla un granito de feldespato rojo, envuelto por el gneis, asomando en el mismo sitio un gran filón de pórfido negro, cuya dirección es de NE. á SO. Examinado con el microscopio, se ve está constituído el granito de un solo feldespato, el ortosa; cuarzo gris, que representa más de la mitad de la roca, y mica negra escasa y descompuesta, siendo accidental la presencia del anfibol. El pórfido cuarcífero tiene en cambio dos clases de feldespato, ortosa y plagioclasa; cuarzo y anfibol escasos, y todo envuelto en una pasta eurítica.

Se encuentra también en la localidad otro pórfido de color verde

claro, que entre su masa felsítica contiene, claramente, numerosos cristales de cuarzo bipiramidado, y otros de feldespato ortosa perfectamente definidos; además se hallan como elementos accidentales el anfibol y el granate, cuya proporción aumenta ó disminuye, según los casos, para establecer el paso entre esta roca y las que la rodean, ya que puede, sin gran esfuerzo, considerarse la primera como una pegmatita, tanto más cuanto las hay en el mismo punto y menos fanerógenas que el pórfido de que tratamos, pero las cuales se pueden clasificar debidamente con auxilio del microscopio.

Una de estas pegmatitas es de color negro rojizo, muy homogénea y de fractura algo astillosa, descubriéndose á simple vista, entre la masa micro-cristalina, cristalillos de feldespato blanco y venas cuarzosas muy delgadas, y señalando el microscopio la presencia de hornablenda, magnetita y limonita: es, pues, una especie pétrea bien definida, aun cuando no pueda determinarse con exactitud á simple vista.

La influencia del anfibol se acentúa á veces entre las masas cristalinas del país, de tal modo que hay granitos en que la mica va desapareciendo, siendo sustituída por la hornablenda, y llegan á formarse así sienitos, con la substancia anfibolífera dispuesta en zonas alrededor de los cristales de feldespato róseo. Con esta última variedad se enlazan ciertas leptinitas, á veces pizarreñas, de color de carne, el mismo del feldespato, y cuarzo gris; estando toda la masa cruzada por venas de anfibol verde ó actinota, ya en cristales, ya formando una tierra análoga á la delessita, y demostrando el microscopio la presencia de la clorita, el hierro oxidado y la magnetita.

Los tránsitos de unas rocas á otras de las diversas que se hallan en Vegas de Matute, son, pues, muy numerosos, como se comprende bien, ya que la composición general es la misma, y los elementos constitutivos se sustituyen variando sus proporciones paulatinamente, así como cambia el estado más ó menos avanzado de descomposición de los mismos.

Sin embargo, no es fácil comprender cómo en ocasiones un elemento es reemplazado completamente por otro, cual sucede con el feldespato ortosa, que se cambia en plagioclasa para producir las dioritas que hay á poniente del pueblo, y las cuales son de color gris verdoso más ó menos obscuro, pasta muy uniforme, fractura algo arcillosa, litoclasas numerosas, pero poco seguidas; elementos bien discernibles, y de ordinario uniformemente repartidos, si bien los

cristales de hornablenda suelen acumularse hacia las superficies de quiebra, formando á manera de dendritas.

No es raro encontrar en estas dioritas algo de cuarzo granudo, de clorita y de hierro magnético, pero como elementos muy accidentales, que, no obstante, sirven de enlace para llegar á las otras rocas del país, donde las acciones geodinámicas han sido tan señaladas, que han levantado las capas de la formación cretácea y constituído una especie de cráter de que da idea la adjunta figura.

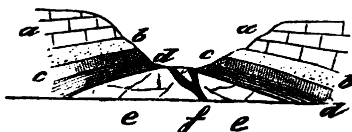


Fig. 1.ª—Corte del terreno en Vegas de Matute.

a a.—Calizas cretáceas.
b b.—Arcosas idem.
c c.—Calizas cristalinas.
d d.—Gneis.
e e.—Granito.
f.—Filones de pórfidos y dioritas.

En Otero de Herreros, además del granito ordinario, hay un sienito encarnado. muy escaso de cuarzo gris y anfíbol verde. Los cristales de feldespato tienen color rojo muy uniforme; y como son bastante voluminosos, es fácil observar los planos de crucero y determinar se trata del ortosa.

Esta roca ofrece tránsitos á las pegmatitas y á los pórfidos con poco que varíe su textura, y así es que pocos quilómetros á Levante, en el camino de Ortigosa, se encuentra una verdadera pegmatita de grano fino y color flor de espliego, con cuarzo gris en cristales bien determinados y de brillo vítreo característico. El feldespato es de color sonrosado, y además de constituir el cimento general, forma cristales que se destacan de la pasta pétrea. Es notable no hallar en la roca ni la partícula más ligera de mica, cuando á corta distancia, por el Mediodía, abunda el granito de la sierra, que es bastante micáceo.

Entre Ortigosa y La Losa domina el granito de grano grueso, y á veces porfiroide, distinguiéndose siempre con claridad el fesdespato ortosa blanco en cristales, el plagioclasa en pasta cristalina, el cuarzo blanco agrisado y la mica plateada, cuyas hojas se doblan para adaptarse á las caras de los prismas de los otros elementos. Suele el

feldespato de la roca transformarse en caolín, y en algún punto hay cristales aciculares de chorlo ó turmalina negra, dispuestos en penacho alrededor de un centro de cristalización, fácil de distinguir con el microscopio, que además señala la presencia del anfíbol, la clorita y el hierro oxidado.

Subiendo desde La Losa hacia La Mujer Muerta y los picos de Pasapán, se hallan grandes canchales de granito gneísico, siendo los cantos unas veces primáticos y otras globosos, y de gran volumen la mayor parte de ellos. Se hace difícil comprender cómo aquí y en otras partes de la sierra existe tal cantidad de pedruscos hacinados unos con otros y sin nada que los reuna, á menos de admitir que, constituídas las partes intermedias por granito arenoso, éste haya sido arrastrado, en la sucesión de los tiempos, por las aguas que corren por todas partes, tanto cuando llueve como cuando se funde la nieve, más frecuente que la lluvia en estas alturas.

En las trincheras del ferrocarril comprendidas entre las estaciones de La Losa y Otero, se ve un granito gris, porfiroide, en el cual los cristales aislados de ortosa tienen á veces más de cinco centímetros de longitud, siendo notable la desagregación de la roca, que á uno y otro lado de la vía está cubierta por un espeso manto de sus propias arenas. Es este granito gneísico muy abundante en mica negra y de grano grueso; pero poco á poco se cambia en otro de elementos más menudos, que asoma en el terreno formando numerosos tormos redondeados.

También se descubre en los cortes graníticos de la vía, cerca de La Losa y entre Otero y El Espinar, una multitud de filones irregulares de roca adelógena, compacta, de color verdoso, fractura desigual ó concoidea, regular dureza y gran tenacidad, cuyas superficies, expuestas á la acción atmosférica, se cubren de una costra térrea de color claro, pero teñida en algunos puntos por el óxido de hierro amarillo; siendo tan abundantes y entrelazados los filones verdosos, que hacen desaparecer casi por completo al granito gris, sin que se observe ningún fenómeno en el contacto de una y otra substancia.

Examinada al microscopio la roca verde, se ve está compuesta por cristales abundantes de feldespato labrador, y otros más escasos de hornablenda, de contornos ya rectos, ya corroídos, cuando empiezan á manifestarse acciones secundarias de descomposición; existen además cristales perfectos de ilmenita y magnetita, algunos de ellos, principalmente los de la primera especie, encerrados dentro de los

de feldespato y augita. Todos estos elementos están cimentados por una pasta micro-cristalina constituida por granos de piroxena, cristalillos de plagioclasa, fibras de augita y gránulos de hierro magnético, que pueden suponerse como procediendo de la transformación del mineral anfibólico.

Resulta, pues, se trata de una micro-diorita, roca que es bastante frecuente entre los granitos de esta comarca.

Pasando ahora á describir las rocas cristalinas de la segunda mancha que hemos citado en la sierra, comenzaremos por el granito del puerto de Navacerrada.

Es blanquecino; de dos micas, una plateada y otra verdosa, teniendo los elementos feldespáticos y cuarzosos bastante volumen, y estando los primeros caolinizados, sobre todo en las superficies que han sufrido la acción de los agentes atmosféricos. Con el microscopio se ve que la roca contiene una buena porción de anfibol, y que como substancias accidentales existen feldespato plagioclasa, clorita y magnetita.

En la misma localidad hay un granito tabular, de grano grueso, cuarzo hialino en cristales bipiramidales, feldespato blanco muy descompuesto y mica bronceada que se acumula en los planos de la roca, lo que la caracteriza como un granito gneísico.

Existe también en lo alto de la cordillera, cortando al granito, un pórfido gris verdoso, de pasta eurítica y cuarzo granudo, en el que se encuentran los feldespatos ortosa y plagioclasa, anfibol, clorita y magnetita; es decir, los mismos elementos, fuera de la mica, de la roca general que lo rodea. Que es posterior á la constitución del granito la de este pórfido, se justifica viendo en el último la disposición en filones con superficies de resbalamiento perfectamente pulimentadas, como las que suelen hallarse en los criaderos metalíferos; lisos que cruzan las litoclasas antiguas de la masa cristalina.

El granito gneísico es el dominante en la comarca, aun cuando no esté bien marcada la estructura tabular, que, sin embargo, se acusa por la disposición zonar de la mica y las quiebras paralelas de los bancos de la roca, generalmente orientados de NE. á SO. con buzamiento al SE.

Hay puntos, sin embargo, donde escasea ó falta la mica, y es sustituida parcial ó totalmente por el anfibol, que toma también la estructura en zonas paralelas, ya en cristales bien determinados, ya transformado en tierra clorítica. Tal sucede en los alrededores de la

Venta de los Mosquitos, á la bajada del puerto de Navacerrada, donde se encuentra una pegmatita, pobre en cuarzo y con manchas verdosas, debidas al anfíbol terroso, estando constituída la roca por una agrupación de cuarzo granudo y cristales de ortosa rojiza, en que se distinguen claramente los planos de crucero, cortados á veces por venas de hornablenda ó actinota.

Domina en las márgenes del río de Valsaín el granito gris de elementos medianos; pero no faltan representantes de sus variedades, rojas y amarillentas, ó piedra tostada, formando todas ellas grandes peñascos de formas más ó menos redondeadas, por entre los cuales se despeña el río.

Uno de los sitios donde se acusa con más claridad esta disposición de la roca es el conocido con el nombre de la *Boca del Asno*, pues allí el lecho del río, abierto en el granito tabular, se estrecha considerablemente entre dos moles de piedra, una de las que está dividida en varios cantos sobrepuestos, cuya disposición algo justifica el nombre del lugar.



Fig. 2.ª—La Boca del Asno.

Rocas graníticas en las márgenes del río Valsaín.

También se presenta la descomposición del granito, en grandes grupos de cantos, en los afluentes del Valsaín; pero especialmente á orillas del arroyo de Peña Lara, en el sitio llamado *Cueva del Monje*, por suponerse que en una gruta que allí forman los peñascos vivió en algún tiempo un anacoreta. No ha faltado quien suponga que en este lugar los cantos han sido colocados artificialmente; pero examinándolos bien se halla no hay allí otra cosa que el efecto natural de la desagregación de la piedra, que se deshace en fragmentos semejantes en otros muchos puntos.

Un verdadero granito gneísico de color gris verdoso, con abundante mica bronceada, dispuesta en capas próximamente paralelas, se halla en el cerro de La Atalaya, á corta distancia al E. del Real Sitio de San Ildefonso. En la roca escasea el cuarzo, y los cristales de feldespato tienen á veces más de 8 centímetros cúbicos, estando muy marcados en ellos los cruceros, acoplados en ciertos puntos según la ley llamada de Carlsbad, y con brillo nacarado, sobre todo en las caras *g*, *g'*, como es corriente para el feldespato ortosa.

En la misma localidad hay riscos de granito en que abunda el cuarzo hialino ó algo ahumado, y la mica se concentra en nódulos ó envuelve los cristales de feldespato, presentándose además el anfíbol de textura fibrosa.

Separando el granito, más ó menos tabular, del verdadero gneis, que asoma en muchos puntos de la región que describimos, se hallan grandes masas pétreas que, formando á manera de filones de espesor y longitud muy variables, parecen, según el Sr. Macpherson [1], corresponder á dos distintas épocas, sin que sea posible fijar su edad absoluta por falta en la comarca de estratos posteriores al terreno siluriano y anteriores al cretáceo, que ya se sedimentó en la misma disposición en que hoy se halla.

La más reciente de esta serie de rocas, pues sus filones cortan los de la otra, está representada por diabasas verde-negruzcas, mientras la más antigua es de pórfidos cuarcíferos, rojos, azulados y grises, con una pasta micro-cristalina compuesta en su mayor parte de esferillas silíceas.

Son también frecuentes en el granito los filones de cuarzo de espesor muy variable y gran extensión, orientados generalmente de NO. á SE. y con fuerte buzamiento al NE.

Uno de estos filones se cita por Bowles en su *Introducción á la Historia natural y á la Geografía física de España;* y como lo que de él dice es aplicable á la mayor parte de los del país, copiaremos sus palabras: «Á corto trecho fuera del Real Sitio, en el paraje que denominan Cerro de la Mata, y á pocos pasos del almacén que dicen de la pólvora, nace una vena de cuarzo, que sale fuera de tierra y corre derecha por espacio de media legua hasta entrar y perderse en la montaña de La Atalaya. Yo corté un pedazo de este cuarzo, de unas

(1) *Sucesión estratigráfica de los terrenos arcáicos de España.* Anales de la Sociedad española de Historia natural, tomo XII: Madrid, 1883.

seis libras, junto á dicho almacén, porque me pareció muy curioso é instructivo. Es medio transparente y casi tan fino como el cristal de roca. Forma á modo de una faja ó cinta de cuatro dedos de ancho, entre dos listas más gruesas de otro cuarzo más obscuro. Siguiendo la veta, hallé algunos pedazos del mismo cuarzo cubiertos de cristales regulares de roca de color de leche.»

Supone el autor que en este filón debía hallarse algún metal noble, y aconsejaba el beneficio por azogue; pero desgraciadamente ni en ésta ni en ninguna de las otras vetas de cuarzo que hay en la comarca hay nada aprovechable, como lo han demostrado los numerosos ensayos que se han hecho en ocasiones muy diversas.

Á corta distancia á poniente del cerro llamado del Pimpollar, se ven grandes masas del granito más compacto de la cordillera, constituído por mica negra, feldespato amarillento y abundante cuarzo gris, habiendo junto con estos elementos, no muy voluminosos, grandes cristales de ortosa, alrededor de los cuales la mica parece concentrarse. Se señala en la piedra, además de la *hoja*, una disposición en grandes bancos con buzamiento de 70° al SE., y desaparece bajo las capas gneísicas.

Asociado con este granito, pero más en lo alto de la sierra, cerca de los Siete Picos, hay rocas feldespáticas que podemos referir á las pegmatitas, pues dispuestos en zonas los elementos cuarzosos y feldespáticos, la mica desaparece, y si hay alguna substancia extraña es el anfíbol en finas agujas ó en manchas cloríticas; es decir, que en este sitio se reproducen en las rocas las mismas variaciones que á orillas del Valsaín, en la Venta de los Mosquitos.

Mencionadas quedan las masas porfídicas de La Atalaya, donde el color negruzco domina en la pasta; pero en el cerro de Matabueyes, á poniente del primero, el pórfido es granitoideo y muy compacto, formado con feldespato de color de carne, cuarzo gris abundante y mica bronceada bastante descompuesta.

Si se observa con el microscopio y luz polarizada una lámina transparente de esta roca, se ve que tanto los cristales de ortosa como las placas de cuarzo suelen estar reducidas á menudísimos fragmentos soldados por la substancia granudo-cristalina característica de muchos pórfidos; y si sucede á menudo que los trozos de feldespato apenas se han separado entre sí, pues la luz polarizada los tiñe del mismo color, otras veces los fragmentos del cristal han perdido su orientación primitiva por haberse apartado á mayor

distancia, y así se comprende viéndolos brillar con tintas diversas.

Falta también la homogeneidad en las láminas de cuarzo, que aparecen ya corroídas en su superficie, ya quebrantadas y reducidas á trozos menudos envueltos por la pasta micro-cristalina.

Hay, pues, en esta roca lo que podíamos denominar principio de porfirización; pero como en otros fragmentos se observa la sucesiva disminución de los cristales y se llega á los pórfidos característicos de pasta homogénea, cimentando cristales de cuarzo y feldespato, tenemos claramente representada la unión de los granitos con los pórfidos, y demostrado á la par que la presencia de los últimos entre los primeros revela, más bien que orígenes diversos, condiciones de agregación molecular distinta para una misma substancia.

Respecto á los filones que, cortando á los pórfidos, están constituídos por diabasas, debemos consignar que éstas se presentan á menudo con completa independencia dentro de las masas graníticas; y entre otros sitios, sucede así en las vertientes del Cogorro de Maravillas, en Collado Ventoso, en la Pata de la Vaca, la Cruz de la Gallega, la posesión de Quitapesares, etc., y la adjunta figura da idea de la disposición de ambas clases de rocas en la orilla derecha del Valsaín, enfrente y al este de la peña del Gato.

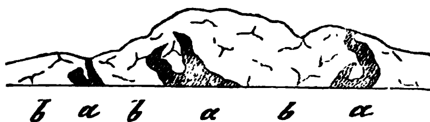


Fig. 3.ª—Rocas diabásicas á orillas del Valsaín.

a a a.—Diabasas.
b b b.—Granito..

En este sitio, la roca de origen posterior es de color verde obscuro, muy tenaz y pastosa, casi concoidea; y aun cuando las masas que asoman entre el granito parecen independientes, no deja de notarse en ellas la tendencia á reunirse en una sola á no muy gran profundidad por bajo del suelo.

No se ve en el contacto con el granito más alteración que una especie de aureola rojiza en el feldespato, debida tal vez á la descompo-sición de los óxidos de hierro abundantes en la pasta de las diabasas.

De las observaciones hechas con el microscopio, se deduce que en las rocas de los filones de que tratamos hay dos géneros distintos:

uno en que la augita está acompañada de plagioclasa, magnetita é ilmenita, y aun cuando se encuentre algo de anfíbol, el conjunto debe considerarse como una porfirita; en el otro género, junto con las sales de hierro y el feldespato, domina la hornablenda, y por más que también hay augita, la roca es una dioritina.

Revela también el microscopio, comparando las microdioritas y porfiritas con los pórfidos cuarcíferos de que antes hemos hablado, que los cristales de la pasta son mucho menores para las primeras que para las segundas, y esto viene á confirmar lo asentado por Rosenbusch [1], «que el desarrollo morfológico de los elementos de las rocas es proporcional á su edad; pues cuanto más antiguos son, más determinado es su contorno cristalográfico, sin duda porque estaba más libre el espacio en que se formaban;» y á lo que añadimos nosotros: sin duda también por el mayor tiempo que han actuado las acciones metamórficas.

Aun cuando con lo dicho sería lo suficiente para el conocimiento de las rocas en cuestión, no estará de más apuntemos acerca del particular algunos detalles referentes á una porfirita que asoma en el granito gneísico del puente de Segovia, pues, con ligeras variaciones, es aplicable para todos los casos cuanto consignaremos, extractándolo del trabajo del Sr. Breñosa, que ya antes de ahora hemos citado [2].

Aparece al microscopio la roca como constituída por labradorita y augita en cristales de perímetro regular, hierro titanífero y magnetita. Algunos de los citados cristales de feldespato contienen infiltraciones de la pasta general siguiendo las hendiduras de los cruceros, que comunican con el exterior por conductos irregulares.

No se nota en el mineral transformación micácea, sino que el producto de la alteración es un conjunto de granillos blancos, opacos, de aspecto caolínico.

La augita es muy abundante y se presenta en cristales sueltos ó agrupados, percibiéndose además de las líneas del crucero prismático, que son bastante regulares, aun cuando discontinuas y de grueso variable, otras transversales, de maclas más ó menos desarrolla-

(1) «*Über das Wesen der Körniger und porphyrischen Structur dei Massengesteine.*

(2) *Las porfiritas y microdioritas de San Ildefonso y sus contornos.* Anales de la Sociedad española de Historia natural, tomo XIII, páginas 259 á 306.

das. Dentro de los cristales hay cavidades poliédricas rellenas de un líquido cuyo índice de refracción es menor que el de la piroxena.

La augita se transforma en anfíbol y después en clorita, según el estado de descomposición de la roca, que contiene, además de estos productos secundarios, espato calizo en trozos irregulares, magnetita en grupos de cristales ó en granos aislados, y hierro titanífero en manchas opacas de bordes mal definidos.

La pasta general se compone de cristalillos prismáticos de feldespato triclínico, maclados la mayor parte, y pertenecientes á la labradorita, mientras otros cristalitos redondeados y granos irregulares son de augita, y hay también fibras de anfíbol verde con manchas cloríticas.

Hendiduras, llenas de carbonato de cal y mineral epidótico, surcan la roca, que á simple vista se ve contiene cubos de pirita, y es de color obscuro con tinte verde azulado, fractura concoidea y gran tenacidad, estando las superficies que han sufrido la acción de los agentes atmosféricos cubiertas por una cutícula de tierra arcillosa de color amarillento.

La densidad es de 2'83, y la dureza de 6'5.

Hagamos constar que en la carretera de San Ildefonso al Palacio de Riofrío asoma, por bajo de un gneis poco micáceo y de elementos voluminosos, el granito amarillento normal del país, que en distintos puntos de la superficie se descompone en tormos característicos, y ambas clases de rocas están cruzadas, en el término de Revenga, por las masas obscuras de diabasas que hemos descrito y las cuales adquieren su desarrollo máximo dentro de la formación gneísica.

Vamos ahora á consignar algunos datos referentes á la tercera mancha granítica de la sierra que confirmarán lo que llevamos expuesto.

Al este de la capital de la provincia se halla la separación del granito y el gneis; pero las rocas de una y otra formación se entrelazan y confunden de tal suerte, que es muy difícil determinar á cuál de las dos corresponden. Pueden, sin embargo, considerarse como granitos gneísicos los de la derecha del río Valsaín, que son de grano grueso, porfiroides, con cristales de ortosa que llegan á tener un decímetro de lado, y están cortados por filones de otro granito más blanco y feldespático, que no se interrumpen en grandes extensiones y que buzan hacia el NO.

El siguiente dibujo representa la disposición de las rocas en la localidad de que hablamos.



Fig. 4.ª—Terreno granítico en la orilla derecha del Valsaín junto á Segovia.

a a.—Filones de granito blanco.
b b.—Granito gneísico.

Encima del granito de que acabamos de hablar se extiende otro de grano mediano, que en unos sitios se caoliniza y en otros se deshace en arena, quedando al descubierto grandes tormos que se asemejan á inmensos cantos rodados, cuando no son más que restos de la desagregación *in situ*, según hemos indicado antes de ahora, considerando el fenómeno como resultado de una acción cristalogénica.

La lámina que acompañamos da idea clara del caso, pues dentro de la masa sabulosa se ven los cantos globosos en su posición natural, tanto más justificada cuanto que algunos filoncillos de cuarzo pasan de unos tormos á otros en línea recta y á través de la parte arenosa.

Los cantos de que hablamos se explotan para sacar piedra, y, al fraccionarse con barrenos, dan lisos tan unidos y planos como pudieran ser los paramentos de un sillar después de labrado con todo esmero.

Con este granito está construído el famoso acueducto, y, á través de los siglos, la piedra no ha sufrido más alteración que obscurecerse en la superficie, lo que es tanto más notable cuanto que acabamos de decir que los tormos de que procede están envueltos por partes de la misma roca transformada en arena.

Por otra parte, es digno de llamar la atención cómo en la misma masa unas partes se transforman en caolín, otras se deshacen en arena, y á menudo quedan nódulos inalterables, cuando siempre existen los mismos elementos, reducidos á feldespato ortosa muy abundante, algo de oligoclasa, cuarzo gris en cristales bipiramidados y mica negra en hojuelas exagonales.

En Cabanillas del Monte el granito es gneísico, de color rojizo y



TEXTURA GLOBOSA DEL GRANITO AL E. DE LA FÁBRICA DE LOZA DE SEGOVIA.

grano bastante fino, debiéndose á la descomposición de la mica bronceada las manchas de óxido de hierro que se ven en la roca, ya sobre el feldespato, ya sobre el cuarzo, que en algunos puntos forma una especie de corona alrededor de los nódulos de ortosa.

Los tránsitos entre el granito y el gneis se encuentran á cada paso, y es difícil determinar dónde se concluye la estructura pizarreña, bien manifiesta un quilómetro al sur del pueblo; pues aun en las masas de grano más uniforme y textura más compacta se señalan lechos y litoclasas paralelas y repetidas con orientación de NO. á SE.

Las rocas hipogénicas son más granitoideas en Torre Caballeros y Aldehuela, estando cruzadas por numerosos filones de cuarzo, mientras que en Espirdo vuelve á dominar la estructura tabular y bancos gruesos, que se resuelven en grandes tormos en el término de Sotos Albos, siendo este granito bastante deleznable, de elementos voluminosos, color gris y rojizo y mica negra.

Ayuda á distinguir en toda esta comarca el granito del gneis la caolinización que experimenta el primero y que es desconocida en el segundo; carácter empírico, pero cierto, aunque difícil de explicar, pues no hay manera de comprender por qué dos feldespatos que en el análisis no presentan variación alguna tienen condiciones físicas tan diversas, que mientras el uno se deshace en caolín, el otro se conserva inalterable.

Hay dentro de las masas graníticas del país, pórfidos y diabasas semejantes á los que hemos citado en las zonas anteriores, pero más escasos y con menor desarrollo.

Separado de las rocas hipogénicas de la sierra, ó más bien cubierto el intermedio por la formación cretácea, se halla el granito desde Bernuy de Porreros á Encinillas. Es blanco amarillento, de grano mediano, deleznable, con dos micas, una blanca y otra bronceada, la primera en hojas más pequeñas y menos abundante que la segunda. El cuarzo es hialino y blanco rojizo, el feldespato ortosa dominante, pues hay algo de plagioclasa, está bastante desagregado, presentando la roca tendencia á dividirse en capas delgadas próximamente paralelas, lo que desde luego indica la íntima relación de la masa que consideramos con los materiales estrato-cristalinos, que se presentan poco más al Norte, sin poder señalar, sino aproximadamente, la línea de separación entre ellos y el granito.

Surcan la roca de que hablamos venas cuarzosas muy homogéneas y compactas, de color blanco, con manchas de óxido rojo de hierro

en algunos sitios; y si por punto general son delgadas, hay algún filón que llega á cuatro centímetros de espesor y corre un gran trayecto en dirección N.NO. á S.SE., con buzamiento septentrional que excede de 70°.

Más apartado de la sierra que el que acabamos de reseñar, es el manchón de Tabladillo, donde el granito se presenta cuarteado, con poca mica, cuarzo gris y feldespato rojo, algo transformado en caolín.

En Balisa hay gran variedad en los granitos, dominando los blanquecinos, micáceos, de grano grueso, que se deshacen en arenas, dejando grandes cantos redondeados, de lo que es buen ejemplo el que existe dentro del mismo pueblo y se conoce con el nombre de *El botón de Balisa*, y en lo alto del cual han colocado una cruz de piedra hace algunos años.

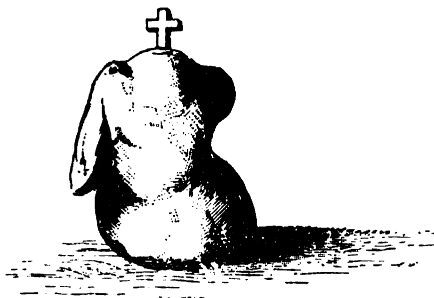


Fig. 5.ª—El botón de Balisa.
Tormo de granito blanquecino.

Otros granitos del mismo punto son grises, de grano mediano, cuarzo hialino en cristales mal definidos, feldespato ortosa con planos de crucero bien marcados, algo de plagioclasa, mica negra y poco anfíbol, pudiendo, pues, considerarse la roca como un sienito ó como un paso intermedio entre éste y el granito.

Además, hay en ciertos sitios una pegmatita de color rojizo, escasa de cuarzo hialino, en nódulos dispersos entre la masa rósea del feldespato. El grano es grueso, y la textura lamelar.

Entre Balisa y Pascuales asoman á la superficie grandes masas porfídicas en que se señala una estructura tabular. El color general de la roca es verde rojizo, viéndose entre la pasta eurítica cristales rojos de feldespato ortosa, otros accidentales de anfíbol, y, por fin, granos de cuarzo ahumado. Como quiera que el feldespato está algo

descompuesto, sobre todo en las superficies exteriores, el pórfido se cambia en un argilofiro de color amarillento rojizo.

Hay también en esta comarca, cerca de Aragoneses, filones de diorita de color negruzco, distinguiéndose con dificultad á simple vista, pero muy bien con el microscopio, dos substancias diversas dentro de la pasta general: una blanquecina, correspondiente al feldespato plagioclasa, y otra verde de anfibol, parte del cual está transformado en clorita. La destrucción de esta roca da lugar á una tierra algo ferrífera, entre la cual brillan partículas de mica dorada, que apenas se ven en la diorita, y que, sin embargo, han resistido á la descomposición mejor que los demás elementos de aquélla.

En algunos puntos se señala la desagregación de la roca formándose sólidos redondeados de capas concéntricas, carácter bastante frecuente en las masas hipogénicas análogas á la de que tratamos.

Por fin, indicaremos que el granito tiene estructura gneísica hacia el contorno oriental, donde queda cubierto por los materiales cambrianos, que á su tiempo estudiaremos.

En la mancha del río Cega, entre Lastras de Cuéllar y Zarzuela del Pinar, si bien hay granitos grises y amarillentos, domina el rojo, de grano mediano, cuarzo hialino, feldespato róseo muy abundante, y mica plateada en hojuelas dispersas. Puede considerarse esta roca como una pegmatita con mica; pero la proporción de ésta varía según el punto que se estudia, siendo lo cierto que en la localidad se señalan grandes bancos con dirección NO. á SE., unos más cargados de mica que otros, y siendo los más pobres los que asoman hacia el Sur, donde se desarrolla la formación estrato-cristalina.

Al observar en las rocas del país cómo dentro de los cristales de cuarzo hay otros de feldespato, y recíprocamente, se impone la idea de varias épocas sucesivas de formación y efectos notabilísimos de metamorfismo originados después de la primera consolidación.

El pueblo de La Armuña descansa sobre el granito gris amarillento, pobre en mica, y de grano mediano, y allí mismo hay una microdiorita de color verde, textura homogénea y fractura algo concoidea, que presenta entre su masa nódulos de carbonato cálcico cristalizado, que dan á la roca un aspecto variolítico. Sale esta diabasa á la superficie entre tierras parduzcas, y hay variedades porfídicas de elementos más ó menos gruesos, representando todo ello la formación hipogénica hacia donde queda cubierta por los estratos cambrianos y las masas diluviales.

Citemos en último lugar el granito del puerto de Arcones, que con mica negra, color pardo claro y grano grueso, asoma entre el gneis de lo alto de la sierra, y prescindiremos de señalar, por ahora, el de otros puntos donde con escaso desarrollo se presenta rodeado por rocas estrato-cristalinas.

ORIGEN, TRANSFORMACIONES Y USOS DE LAS ROCAS GRANÍTICAS.

De tanta importancia y de tal entidad para los geólogos son los problemas que ahora enunciamos, que tal vez no haya un ramo de ciencia para el cual hayan sido más diversas las hipótesis, y mayor el número de sabios que buscasen la solución.

Prescindiendo de la historia del asunto, desde Weruer y Hutton, cuando en el siglo pasado comenzó la geología á cimentarse, hasta Elie de Beaumont, Daubrée, Dana, Delesse y Sterry Hunt en nuestros días, entraremos desde luego en materia diciendo las menos frases que podamos, pues otra cosa no debe ser en un libro descriptivo, quedando el estudio completo de la cuestión para las obras didácticas.

Es opinión muy general que para el origen del granito han intervenido conjuntamente un calor elevado y agua al estado líquido, y esto difícilmente se compagina, aun admitiendo presiones, temperaturas y líquidos salinos muy diversos de los que hoy pueden observarse.

Suponer, en efecto, una masa fundida con temperatura no inferior á 700°, y admitir que el agua, cayendo sobre ella, contribuya á las reacciones necesarias para que se separen y cristalicen diversos cuerpos hasta entonces mezclados y confundidos, lo creemos inverosímil, ni aceptando se verificasen los fenómenos del llamado estado esferoidal, que no tiene lugar sino por la interposición de una capa de vapor entre el cuerpo candente y el líquido, hasta que el segundo se evapora ó el primero se enfría, bajando así la temperatura hasta que toda vaporización cesa por completo. Es decir, que las reacciones entre el agua y los componentes del granito no han podido verificarse hasta que aquéllos tenían una temperatura inferior á 100° C. ó poco más, ya que la atmósfera terrestre no había en su presión de

diferir gran cosa de la actual, supuesto era posible la vida orgánica justificada por los nódulos de grafito y caliza zoógena que se hallan en el granito, y más aún por los restos fósiles indudables descubiertos en el gneis, roca que ya veremos no puede, sino arbitrariamente, separarse de las graníticas, cuando se busca el origen de las masas pétreas.

Nada contradice esto el que el agua acompañe á las que hoy salen de los volcanes, pues lo hace el estado de vapor, que después de condensado se halla en la roca por haberse enfriado ésta, y sin que se vea que el líquido ejerza ninguna reacción entre los minerales que constituyen dicha lava.

Por otra parte, jamás se notan en el granito masas vítreas como serían necesarias si aquél hubiese estado fundido, y el microscopio resuelve, en cristales bien definidos, aun las partes que á primera vista parecen más homogéneas y de textura más uniforme.

Además, como decía Boucheporn: «El granito mejor caracterizado pasa por tránsitos insensibles al gneis claramente estratificado, y éste, con las grauvacas y pizarras, llega al limo endurecido, producción evidente y actual de arrastres mecánicos, sin contar con que el granito lleva en sí mismo señales no equívocas de sedimentación.»

Desechada, pues, la teoría denominada hidrotermal, nos queda para explicar la formación del granito otra más plausible, indicada por Lyell con el nombre de metamórfica, y que después de los estudios de Daubrée y Delesse ha sido desarrollada por el eminente geólogo norte-americano Sterry Hunt en más de 200 páginas y tres capítulos de su notable obra *Mineral Physiology and Physiography*, impresa en Boston en 1866.

Sintetizando las ideas de este autor y agregando otras, podemos exponer nuestro modo de ver acerca del particular.

Dos épocas distintas deben tenerse en cuenta para explicar la formación del granito: una de producción de sus elementos, y otra de arreglo de los mismos, ó sea la constitución de la textura actual de la roca.

Una vez suficientemente enfriado nuestro globo, debió producirse en la superficie viscosa una capa de rocas anhidras, fuera hoy de nuestro examen, en cuya composición habían de entrar, á excepción de los que aún conservaban el estado gaseoso, todos los elementos que ahora se hallan en los mares y entre las capas terrestres. Las reacciones sucesivas entre las substancias atmosféricas, el agua car-

gada de sales, los elementos que habían de constituir la roca superficial y la temperatura consiguiente al estado de la tierra, hubieron de dar como resultado la oxidación de toda materia carbonosa; la conversión de los cloruros, carbonatos y sulfuros en silicatos, por separación del cloro, carbono y azufre en gases ácidos que se unirían al nitrógeno y al vapor de agua en una atmósfera muy densa, mientras los silicatos llegaban á formar una roca análoga á la dolerita.

De la primera capa de silicatos básicos, muchas veces rota y restablecida, y de la pasta viscosa extravasada de lo interior, resultó un suelo desigual y grietoso perfectamente preparado para el trabajo de transformación física y química que habían de efectuar los agentes atmosféricos. Lluvias de aguas tibias, acompañadas de los ácidos que había en la atmósfera, principalmente el clorhídrico, formarían en las rocas cloruros, separándose la sílice para cristalizar en forma de cuarzo, mientras se constituía un mar que no sólo contendría cloruros de sodio, calcio y magnesio, sino sales de aluminio y de otros metales.

Continuando la descomposición química de los feldespatos básicos, hubo de resultar un hidrosilicato de alúmina (arcilla), tanto más fácil de obtener, cuanto que los silicatos sódicos son menos estables que los potásicos, y de trituración más fácil; y la desagregación mecánica y química del suelo primitivo, reunión de rocas básicas y de cuarzo, debió dar dos sedimentos, uno arenoso y otro de elementos más finos, arcilloso, con anfibol y augita reducidos á polvo.

Filtraría con facilidad el agua por el primero para dejar libre el cuarzo y llevarse poco á poco la sosa, la cal y la magnesia, hasta que no quedase sino sílice, alúmina, potasa y alguna base metálica, que pudieron agruparse en feldespato ortosa y mica, y con el cuarzo, de antiguo libre, vinieron á ser los elementos esenciales del granito, del gneis y de las micacitas.

El sedimento más arcilloso, oponiendo dificultad al paso del agua, retendría la sosa, la cal, la magnesia y parte del óxido de hierro, todo lo cual, unido á un exceso de alúmina y sílice, reconstituirá los feldespatos de cal y sosa, es decir, el anfibol y la augita, elementos fundamentales de las dioritas y doleritas.

Los sedimentos, unas veces de la misma especie y otras de naturaleza distinta, no hay duda se acomodarían en capas de muy diverso espesor, donde habían de sucederse nuevos fenómenos.

Nada se opone, pues, á que así se obtuvieran los componentes y

estructura de las rocas graníticas y sus congéneres; mas para llegar á la textura actual son necesarias condiciones especiales de calor, presión y, sobre todo, movimientos moleculares, es decir, cambios metamórficos; problema de estudio interesante, aun cuando, como ha dicho el Sr. Echegaray contestando al discurso de ingreso del señor Fernández de Castro en la Academia de Ciencias, no es más que un caso singularísimo de otro problema más alto que pudiera enunciarse en los siguientes términos:

«Dadas varias substancias irregularmente mezcladas en grandes ó pequeñas masas, y dadas asimismo las fuerzas internas del sistema y las acciones exteriores, ¿en qué forma y con sujeción á qué leyes tenderán á agruparse las substancias análogas y á distribuirse todas ellas?»

Publicó Daubrée en 1859 una Memoria acerca del metamorfismo de las rocas, cuya síntesis puede decirse se encierra en las frases siguientes: «Puede suponerse con fundamento que el concurso del calor, del agua y de la presión es capaz de producir los principales fenómenos del metamorfismo;» resumen cierto, pero en que realmente queda como cuestionable el más ó menos de cada uno de los agentes citados, por lo que Delesse diez años después sostenía que el metamorfismo general reconoce por causas el calor, el agua, la presión, y *sobre todo las acciones moleculares*, pues basta para los resultados que el primero haya sido muy moderado y no excesivas la segunda y tercera, mientras que las reacciones químicas y moleculares han de haber dominado completamente.

Que el origen de estas acciones moleculares sean las corrientes electro-telúricas que por todas partes y en todas ocasiones se manifiestan en nuestro globo; sea la fuerza de naturaleza desconocida que reune los átomos de una misma substancia y aparta los de otra diferente, lo cierto es que una vez constituídas las capas de la roca primordial, en ellas hubieron de comenzar á manifestarse los fenómenos metamórficos, acentuándose las cristalizaciones de la mica, de los feldespatos y del cuarzo, sin que para nada fuese necesario tener en cuenta si estos elementos eran más ó menos refractarios; obstáculo imposible de vencer para los que, considerando aquéllos primeramente fundidos, los ven luego solidificarse en distinto orden al de su fusibilidad.

No cabe duda que esto es posible y probable, pues en cuerpos enteramente sólidos se producen cristales sin otra cosa que movimien-

tos moleculares, y lo mismo que ocurre en unos casos puede ocurrir en todos si las circunstancias son favorables.

En resumen: el granito, roca en la cual el metamorfismo regional ó general es lo más evidente, debe su textura á las acciones moleculares, que han obrado lentamente, pero persistiendo millares de siglos sobre las capas primordiales formadas en la superficie de la tierra, borrando todos los caracteres de la pasta original con débil energía si se quiere, pero con resultados asombrosos, cual consecuencia del inmenso tiempo durante el que han tenido lugar las reacciones.

Al propio tiempo que las masas graníticas se constituían, las contracciones inherentes á todo cuerpo que se deseca y cambia de textura produjeron las quiebras ó litoclasas que hoy observamos, tanto más regulares cuanto más homogénea era la roca, y filtrándose por ellas las aguas minerales, frías ó termales, dieron lugar á fenómenos de descomposición, ya en cortos trayectos, ya hasta grandes profundidades, como se ve en el granito, que unas veces es arenoso ó caolínico sólo en la superficie, y otras se halla en el mismo estado en grandísimo espesor.

La forma tabular unas veces, poliédrica y globosa otras, se explica también por la manera como han cristalizado los elementos, y no es difícil tampoco comprender cómo, cambiando el modo de agrupación de los minerales, se han originado las pegmatitas, los sienitos, los pórfidos, etc., tanto más cuanto la química y el microscopio han venido á demostrar es imposible formular una característica esencial que distinga la composición y la estructura de tan diversas manifestaciones de la actividad dinámica del universo.

Dejando ya de considerar estos fenómenos, que pudiéramos denominar de constitución íntima de las rocas graníticas, y tratando de los que después de formados se han producido, podemos citar desde luego las resquebrajaduras que á veces se notan en lo exterior de los tormos de granito, y que pueden ser debidas á la infiltración del agua llovediza que, aumentando de volumen por las heladas, puede hacer saltar la roca superficialmente, ya que es sabido que el granito es piedra bastante *heladiza*.

Son también resultado de acciones posteriores á la solidificación de la roca los filoncillos, nódulos y drusas que se encuentran en la misma, aun cuando su origen sea tal vez de idéntica naturaleza que el del metamorfismo general; esto es, acciones moleculares depen-

dientes de corrientes electro-telúricas, con lo que también pueden explicarse otros casos de los que en la textura y descomposición del granito se manifiestan, según sostiene hace años el actual Director de la Comisión del Mapa geológico, D. Manuel Fernández de Castro [1].

Respecto á las aplicaciones del granito, bastará decir que esta piedra, de excelente empleo en las construcciones, se explota en canteras en San Ildefonso, Palazuelos, Ortigosa del Monte, Segovia y Balisa, y el precio medio de saca y desbaste puede calcularse en 35 pesetas el metro cúbico.

Las canteras están abiertas, por lo general, en las masas más duras y compactas, de grano mediano y uniforme, aun cuando rara vez se encuentren trozos que no estén cruzados por cordones de cuarzo y con gabarros de esta misma substancia ó de mica.

Se arranca también piedra granítica en Otero de Herrero, El Espinar, Vegas de Matute, Villacastín, Sotos Albos y Zarzuela; pero no se explotan canteras ordenadas, sino que se saca la piedra de la manera más fácil posible para las mamposterías de las construcciones que en cada localidad se llevan á cabo.

El caolín, que en algunas zonas graníticas se halla como producto de descomposición del feldespato, aun cuando no es de superior calidad, también se ha beneficiado para emplearlo en una fábrica de loza que junto á la capital estableció, aún no hace muchos años, el eminente ingeniero D. Melitón Martín, cuya muerte lloran la ciencia y la industria de España.

(1) Discursos leídos ante la Real Academia de Ciencias en 2 de Junio de 1878 y 1.º de Junio de 1884.

SISTEMA ESTRATO-CRISTALINO.

CONSIDERACIONES GENERALES.

El primer término incuestionable de la serie de capas en que no sólo la estratificación es evidente, sino que además la vida es manifiesta, según descubrimientos recientes (1), es lo que constituye la formación denominada por muchos geólogos estrato-cristalina, en la cual el cuarzo, el feldespato y la mica cristalizadas lo mismo que en el granito, son las especies mineralógicas dominantes, á las que se unen otras como el anfíbol, la turmalina, el granate y la piroxena, ya en cristales aislados, ya constituyendo masas de importancia muy variable.

Se presentan en la superficie del terreno de la provincia de Segovia los materiales correspondientes al sistema estrato-cristalino, principalmente en la sierra, asomando después en los derrames de la misma, y sólo aparecen sin relación evidente con ella en dos ó tres puntos en el norte del territorio que consideramos.

La zona más meridional de rocas estrato-cristalinas penetra en la provincia por los altos de la ermita de Nuestra Señora de los Remedios, y comprendiendo las alturas derivadas por el Este de La Peña del Oso, toca por el Oeste en Nava de Riofrío y Madrona; linda desde este pueblo hasta la capital con la creta, y corriendo en contacto con el granito hacia Cabanillas del Monte, vuelve á subir á los montes Carpetanos, dejando en su interior el gran macizo granítico de San Ildefonso, para darle vuelta en la provincia de Madrid y llegar á lo alto de Peña Lara, reuniendo así con las anteriores la zona del último punto citado, que aparece como aislada en el mapa de Segovia.

Pasa de 200 quilómetros la superficie que aquí tienen las rocas estrato-cristalinas, prescindiendo, como es natural, de aquellas por-

(1) En el gneis de La Valtellina, en Italia, se han encontrado, no hace mucho, restos fósiles de una planta, el *Calamites Sismondi*, que justifican plenamente lo que indicamos.

ciones que dentro de ellas ocupan los granitos y sus congéneres, como tampoco hemos contado la parte correspondiente al gneis y las micacitas que se descubren en las manchas graníticas al señalar la superficie de éstas.

El mayor desarrollo del sistema estrato-cristalino se encuentra también en la cordillera Carpeto-Vetónica y á levante de la zona que acabamos de circunscribir, pues las rocas de que tratamos forman el suelo en una extensión de más de 400 quilómetros cuadrados, á pesar de que al pie de la sierra quedan cubiertas por los sedimentos cretáceos ó cuaternarios.

Puede fijarse el contorno de esta banda gneísica en la parte más elevada de la divisoria entre ambas Castillas, desde el puerto del Mal Agosto, en el Pinar de Pedraza, hasta los altos de Riofrío, en la sierra de Ayllón; y bajando en contacto con el terreno siluriano hacia Riaza, sigue por Cerezo de Arriba y de Abajo, Villarejo, Aldea la Peña, Sigueruelo, Casla, Prádena, Arcones, Matabuena, Gallegos, Aldealengua y Torre ó Val de San Pedro, á Santiuste de Pedraza. Después de trazar varias curvas muy cerradas, las capas estrato-cristalinas llegan á Requijadas, Cubillo, Cuesta, Carrascal, Torreiglesias, Otones, Parral de Villovela, Peñas Rubias, Adrada de Pirón y Losana, para volver á Santo Domingo, Basardilla, Brieba y Espirdo, y lindando con el granito tienen su límite en Pelayos, Sotos Albos y Collado Hermoso, dando vuelta desde aquí por los cerros del oeste del Pinar de Pedraza.

Fácil es comprender que con la banda estrato-cristalina, acabada de circunscribir, se unen por bajo de las capas cretáceas las manchas de La Mata de Quintanar, Turégano y Caballar, Arevalillo, Pajares de Pedrosa y Orejana, cuyas superficies son respectivamente 8, 15, 5, 3 y 2 quilómetros cuadrados poco más ó menos.

Fuera ya de la sierra, las rocas del sistema que estudiamos se encuentran junto á Fuente Pelayo, Aldea del Rey y Pinar Negrillo, cubriendo una superficie de unos 40 quilómetros cuadrados, y además en Onrubia, donde se extienden hasta penetrar en la provincia de Burgos, con una faja que mide cerca de 4 quilómetros cuadrados, siendo aún menor la superficie del terreno de que hablamos en Hoyuelos y en el lindero SO. de Segovia, cerca de Navas de San Antonio.

Los materiales que corresponden á la formación estrato-cristalina en todas las superficies citadas, son en esencia poco variados; pero

esto no obsta para que las diferencias locales sean multiplicadas, según luego justificaremos.

El gneis, con su estructura pizarreña, inherente á la disposición zonar de sus elementos, principalmente la mica, se presenta en la provincia de Segovia con caracteres diversos en textura y color: unas veces tiene tinte gris ceniciento ó gris azulado, otras blanco, en ocasiones verde ó negro y es lo más frecuente sea pardo bastante obscuro.

Son contados los casos en que la roca se divide en lajas delgadas, pues á ello se opone la disposición curva y entrecruzada de los elementos que á menudo la constituyen; pero esto no obsta para que el gneis, en varios puntos, pierda casi todo el feldespato y se cambie en una pizarra micácea, y en otros sitios encierre entre sus hojas una materia arcillosa de lustre crasiento, bastante dura, en capas delgadas, que algunos llaman *halistina,* pero que es un verdadero jade.

En grandes extensiones se hallan dentro del gneis nódulos generalmente aplanados de feldespato, de 3 á 6 centímetros de diámetro, embutidos entre las hojas de la roca y ceñidos por delgadas bandas de mica, con lo que se produce una textura nodulosa muy característica, siendo lo regular que sobre la serie de capas con concreciones vengan otras más micáceas y pizarreñas.

Á veces se presentan en el territorio segoviano las rocas del terreno gneísico con fuertes buzamientos; pero en general las pendientes no pasan de 40°, y en algunos puntos son casi horizontales. La dirección también varía, pues hay casos en que corren de N. á S., en otros de E. á O.; pero las dominantes son la de NE. á SO. ó su perpendicular, y si los buzamientos alguna vez son septentrionales, con más frecuencia inclinan al SE., como toda la gran masa de la sierra, sin que por esto olvidemos que en ciertos lugares las capas se pliegan, doblan y arquean de mil maneras.

Resulta de esta estructura general que marchando de Norte á Sud. se ve asomar á la superficie desde lo más antiguo de la formación á lo más moderno, y así es fácil estudiar las relaciones estratigráficas de los diversos miembros del sistema, llegando á establecer como síntesis de la composición petrográfica de la sierra, que sobre las masas graníticas más compactas y mejor determinadas se apoyan los estratos de granito gneísico, á los que suceden ordenadamente las capas del gneis noduloso y el gneis micáceo y las micacitas, con anfibolitas y calizas, para constituir entre todo una masa de rocas que excede de 6000 metros de espesor.

De estos diferentes horizontes de las formaciones granítica y estrato-cristalina, el de mayor desarrollo es el del gneis noduloso, cuya constancia de caracteres es verdaderamente notable. Presenta, como dejamos indicado, una multitud de concreciones feldespáticas ordinariamente, pero otras de cuarzo, que en ocasiones llegan á tener más de un decímetro de longitud máxima, la cual se halla constantemente orientada paralelamente á los planos de estratificación de la roca, llegando esta textura á dominar tanto en la base del sistema, que la roca parece un conjunto anómalo de nódulos voluminosos y de grandes cristales.

El tamaño de estos elementos va sucesivamente disminuyendo conforme se asciende en la vertical, y fundiéndose unas concreciones en otras llegan á constituirse zonas de cuarzo y feldespato que alternan con otras muy ricas en mica.

Cual contraposición á la uniformidad de caracteres que reinan en la parte de la formación que acabamos de considerar, el gneis pizarreño que la cubre varía de condiciones casi á cada paso, pues no sólo cambia la proporción del feldespato y el cuarzo, ya cristalizado, ya en granos amorfos, sino que aparecen en la roca diversos minerales, siendo los más frecuentes el anfibol, el granate, la sillimanita y el hierro titanado.

La estructura pizarreña se pronuncia más y más, y con la ausencia del feldespato se llega á las micacitas, donde el cuarzo y la mica se mezclan en estratos muy delgados.

Domina en el gneis pizarreño el color negruzco debido á la mica, pues el cuarzo blanco ó hialino y el feldespato, también claro, son menos abundantes en la pasta, y como están además envueltos por las hojas obscuras, cuando la roca se fracciona, naturalmente, por los planos de foliación, casi no se observa otra cosa que la mica.

Cortan las rocas estrato-cristalinas ó se intercalan en sus estratos filones multiplicados de cuarzo blanco, con espesor variable entre 5 y 30 centímetros, y por más que las direcciones sean variables, dominan las acusadas por las litoclasas que, como en el granito, forman prismas con sus caras laterales, orientadas generalmente de NO. á SE. y de SO. á NE.

Indicado queda que dentro de las zonas ocupadas por la formación gneísica, se hallan asomos de amplitud muy variable de verdaderos granitos; pero además esta roca, ó más bien un pórfido cuarcífero y micáceo, forma filones de gran espesor y desarrollo (hasta

100 metros) unas veces, y de pocos centímetros y corta corrida en otras, y es de advertir que el paso de la roca cristalina á la estratífica es imperceptible, fundiéndose, puede decirse, la una en la otra.

Acompañan también al gneis las pegmatitas, las calizas y capas de cuarcita que no pueden diferenciarse de las de los terrenos más modernos, sino por hallarse intercaladas entre los estratos gneísicos, con lo cual se pone de manifiesto su verdadera edad.

Pero las rocas que, fuera de las inherentes al sistema, dominan en la formación, son los pórfidos y diabasas que se presentan en grandes masas, sobre todo en el contacto del gneis con el granito. Estas rocas, de color verde más ó menos obscuro, responden, como en el granito, á dos épocas distintas de producción, pues se ve que unas cortan á las otras, y además de esto la composición difiere para cada una de ellas.

Agreguemos por fin que entre la masa del gneis micáfero hay una serie de rocas constituídas por capas alternantes de cuarzo y feldespato ortosa, de que algo hemos dicho, las cuales, según el Sr. Macpherson, pueden asimilarse á las halleflintas de la región escandinava, y que tomando mica, por lo general en grandes hojas plateadas, pasan á confundirse con el gneis ó con las micacitas.

Citaremos, por último, las capas estrato-cristalinas en que se hallan abundantes ejemplares de turmalina y otras en que hay verdaderos horizontes de granatita y cocolita.

Ejemplos de cuanto hemos indicado vamos á presentar en la siguiente serie de observaciones referentes á distintos puntos de aquéllos donde dentro del territorio segoviano está al descubierto la formación estrato-cristalina, base, como hemos dicho, de las evidentemente estratificadas, aun cuando para nosotros no sea de distinto origen que el granito.

DATOS LOCALES.

Encuéntrase en los altos del SE. de la Peña del Oso, así como en Montón de Trigo y Pan de Azúcar, el gneis pizarreño de feldespato blanquecino ó amarillento, granos de cuarzo diseminados y mica bronceada las más veces, siendo otras negra, de poco brillo, y habiéndola también amarillenta.

Suele estar la roca manchada por los óxidos de hierro, y los estratos superficiales se presentan resquebrajados, siendo los destrozos de caras planas y formas irregulares.

Las capas tienen una dirección casi constante de NE. á SO., inclinando de 20 á 40° hacia el SE., según los sitios, y están cortadas por vetarrones de cuarzo blanco, que se entrecruzan y aumentan ó disminuyen irregularmente de espesor.

En Navas de Riofrío, si bien hay capas muy micáceas, la roca dominante es el gneis noduloso, en que la mica verde envuelve las concreciones feldespáticas y algún cuarzo. Rompiendo los nódulos, se ve que dentro de la parte blanca suele existir alguna mica plateada en menudas partículas y aun granos de cuarzo, lo que parece demostrar que la roca es de formación poligénica bien caracterizada.

En ciertos lugares de esta comarca el gneis va acompañado de rocas hornabléndicas.

Junto á Revenga, el gneis, de grano grueso, feldespato rojizo y mica bronceada, es lo más general, y entre las capas se hallan diversos asomos de una diabasa que, al pie de la ermita de San Antonio, es negra verdosa, de grano fino, fractura astillosa, muy compacta y tenaz. Examinada con el microscopio, se ve cómo domina el feldespato plagioclasa, al que acompaña cuarzo granilloso, anfibol, clorita y mica bronceada, cuyas hojuelas se descubren mejor á simple vista que en las láminas preparadas para la observación microscópica. Son frecuentes las litoclasas, viéndose en los planos de separación una arcilla rojiza, producto de la descomposición de la roca, que, por lo tenue de sus elementos, puede clasificarse como una microdiorita.

Otra diabasa semejante á la que acabamos de citar se halla también en el término de Revenga, en un filón de unos 50 centímetros de espesor, que asoma en el prado de Castellanos, en la que se observan desde luego cristalitos prismáticos negros de unos 2 milímetros de longitud máxima, con crucero muy marcado y caras de exfoliación brillantes, caracteres correspondientes al anfibol. El color general de la roca es gris obscuro, y con el microscopio se ve que los elementos esenciales son un feldespato triclínico blanco, hornablenda en escamas y prismas maclados de color pardo amarillento, y hierro titanífero casi siempre intercalado en el anfibol. Accidentalmente se halla la augita en agrupaciones granudas con su habitual transformación en clorita.

Dentro de la Real posesión de Riofrío abunda el gneis noduloso, semejante al de los altos de la sierra, y junto al Palacio se encuentra una roca sumamente tenaz, de color negro verdoso y grano fino en la pasta general, donde se ven cristales numerosos de anfibol. La

fractura es algo granuda, y se marcan litoclasas en tres direcciones distintas que dividen la roca en prismas irregulares, cuyas caras suelen tener coloración más obscura por el predominio del elemento hornabléndico.

Vista con el microscopio, aparece esta roca con una textura granuda, porque sus elementos han cristalizado confusamente, como lo acredita lo irregular de los contornos de los cristales de anfibol, plagioclasa, hierro titanífero y magnetita, habiendo además láminas de un mineral incoloro ó apenas verdoso, que tiene los caracteres de la augita, y que resulta como elemento esencial de la masa pétrea, la cual podría, por tanto, referirse á las *epidioritas* de Gümbel, aceptadas también por Rosenbush, pero que si no merece el nombre antiguo de afanita, puede muy bien quedar incluída en el grupo de las diabasas.

En toda la carretera de Segovia á San Ildefonso, hasta que se encuentra el granito, el subsuelo está constituído por el gneis de color gris verdoso, con abundante mica bronceada, dispuesta en capas de orientación constante, dentro de las cuales se ven nódulos feldespáticos y granos de cuarzo hialino ó algo ahumado, existiendo además una especie de concreciones fibrosas que deben corresponder á cristales de anfibol casi descompuestos y transformados en substancia cloritosa.

La misma roca, con variaciones poco importantes en textura y coloración, siempre con nódulos y vetas de cuarzo y buzamientos al SE., se extiende por Tabanera del Monte y el este de San Ildefonso, subiendo por las vertientes de la sierra. Más en lo alto domina el gneis pizarreño de color rojizo, que por tránsitos insensibles se cambia en micacitas que, observadas al microscopio, resultan en gran parte con el feldespato cambiado en sillimanita, es decir, silicato de alúmina anhidro, parecido á la distena.

En Peña Lara se encuentra un gneis anfibolífero de cuarzo gris, feldespato blanco y grandes cristales de hornablenda que en algunos sitios hacen desaparecer la estructura hojosa, tornándola en granítica, siendo en estos casos la mica muy escasa, mientras que abunda en puntos no lejanos, donde además se hallan cristales de granate almandino.

Acompañan también al gneis en algunos lugares calizas cristalinas y marmóreas de color blanco ó gris azulado que, por regla general, tiene más importancia por su espesor que por su corrida.

Entre el gneis del cerro de Peña Lara, que está en capas casi horizontales, se presenta una enorme veta irregular de granito blanco de grano fino, poco duro y escaso en mica, que corre, como la sierra, en dirección NE. á SO. próximamente. Parte desde la laguna de Peña Lara subiendo hasta lo alto del cerro, con una diferencia de nivel de cerca de 400 metros, y siendo de observar que la masa granítica aumenta de espesor según se la observa de arriba para abajo.



Fig. 6.ª—Laguna y cerro de Peña Lara.

Gneis cortado por un filón de granito blanco.

En lo alto del cerro el gneis está resquebrajado y las capas, rotas en fragmentos irregulares, constituyen un canchal, por el cual es muy fatigosa la marcha.

Pasando ahora á describir los materiales de la principal mancha estrato-cristalina de la provincia, podemos decir, en términos generales, que asi como el gneis noduloso se presenta por bajo del micáceo en el macizo central de la sierra, el segundo va haciéndose de grano cada vez más fino, según las capas son más modernas, y así va transformándose en micacitas que, desarrollándose más y más conforme se camina á Levante, en la zona que ahora consideramos, van á ocultarse por bajo de las pizarras y cuarcitas silurianas de la sierra de Ayllón.

En Collado Hermoso el gneis es de elementos gruesos, feldespato amarillento y mica negra, conteniendo nódulos que á veces son de gran tamaño y cristalizados, estableciéndose así el paso al granito porfiroide que asoma á corta distancia por el Oeste entre Santo Domingo de Pirón y Sotos Albos, donde corta al gneis un filón de granito porfídico que no causó alteración alguna en el contacto con la roca que lo envuelve, lo mismo que sucede en los asomos de otro granito blanco con muy poca mica, muy duro, resquebrajado, y sin

formar nunca tormos, que hay en diversos sitios, entre el gneis compacto.

Hacia el Este continúa el gneis, habiendo en La Salceda capas con feldespato rojizo, y en toda la comarca se encuentran numerosos filones de cuarzo blanco, brechiforme, con venas de ocre, y cuyas crestas sobresalen entre las rocas estrato-cristalinas.

Con gran constancia de caracteres se extienden las capas de gneis hacia el Norte, y aun cuando están muy resquebrajadas, no es difícil ver que la dirección general es de NO. á SE., con buzamiento de unos 25° hacia el SO.

Entre estas capas asoma, en el camino de Torre Iglesias á Caballar, un granito gneísico que apenas puede diferenciarse, más que por estar el feldespato algo caolinizado, del gneis que lo rodea, que es amarillento rojizo, de grano fino, cuarzo gris, mica bronceada y abundantes cristalillos de turmalina negra. Esta roca varía de color, haciéndose más ó menos obscura según el estado de oxidación del hierro que en pequeñas cantidades la acompaña; y fuera de la estructura general y de los minerales que se encuentran accidentalmente en la pasta, la clasificación de la roca es tan dudosa, que lo mismo podría considerarse como un granito ó como un gneis, demostrándose con ello, y una vez más, la identidad de origen y formación de ambas especies pétreas.

Domina en el Pinar de Pedraza el gneis micáceo de color gris verdoso, pero hacia Navafría es amarillento rojizo; y aun cuando las capas son delgadas, se ve en ellas cómo la mica envuelve las partes feldespáticas, con lo que la roca toma la textura concrecionada ó nodulosa.

Por bajo de las capas cretáceas asoma en Aldealengua un gneis negro, de elementos muy finos, mica abundante, feldespato ortosa amarillento y algunos granillos de cuarzo que sólo se distinguen al microscopio. Á simple vista, la roca tiene aspecto de cuarcita como las que se hallan entre las micacitas de lo alto de la formación; mas la abundancia de mica, la disposición pizarreña y, sobre todo, la presencia del feldespato, evitan la duda.

Cruzan las capas numerosos filones de cuarzo blanco que se distinguen muy bien entre las tierras de color rojo obscuro, procedentes de la desagregación de las masas estrato-cristalinas.

Junto á Gallegos, el gneis es de color gris, muy pobre de cuarzo y mica bronceada, que no obstante rodea y envuelve los cristales fel-

despáticos, resultando que las superficies de exfoliación son desiguales y como ondeadas.

Sigue, pues, en esta localidad el horizonte del gneis noduloso, que continúa por la falda de la sierra en contacto con la creta, y siempre cruzado por numerosos filones de cuarzo blanco, muy homogéneo, lo que admitiendo, como nosotros admitimos, la acción constante de las concentraciones moleculares, explicaría perfectamente la pobreza de sílice cristalizada y libre que se advierte en las rocas de la formación estrato-cristalina.

Entre Cerezo de Arriba y de Abajo el gneis es de grano grueso, color gris claro, feldespato blanco y mica bronceada; y como en algunos puntos la roca es más homogénea, contiene más cuarzo, dos micas, una blanca y otra obscura, y la estratificación apenas se señala, es fácil admitir se trata de un granito que asoma entre la masa gneísica.

No es esto muy local, pues en lo alto de la sierra, en el cerro de La Cebollera, término de Santo Tomé del Puerto, la compacidad de la piedra, su grano fino y los componentes iguales á los de la que acabamos de citar, permiten referirla también, si no á los granitos en masa, por lo menos á los granitos gneísicos.

Desde Cerezo de Arriba á Riofrío de Riaza disminuye el grueso de las capas de gneis, que con buzamiento de 50° al NO. se transforman en micacitas, cruzadas por las consabidas vetas de cuarzo, y acompañadas de grandes láminas de mica plateada. En otras capas la mica es bronceada, y envuelve cristales alguna vez bastante gruesos de granate almandino y una substancia magnesiana análoga al talco.

En el bosque ó Mata de Riaza se apoyan sobre el gneis las micacitas, y hay capas de elementos muy finos, mica plateada, cuarzo escaso y algún feldespato encarnado. La roca, que tiene textura algo fibrosa, debe considerarse en realidad como un gneis pizarreño, y otro tanto sucede con los lechos que se ven en el cerro del Calamorro, en lo alto de la sierra, si bien aquí apenas se distingue el feldespato entre las hojas de la mica blanca separadas por tenues capas de arcilla ferruginosa.

Estas capas gneísicas y el verdadero gneis sirven de base al pueblo de Riofrío, donde junto con la roca blanquecina hay una micacita turmalinífera de color bronceado, muy hojosa, estando los cristales de chorlo dispuestos en zonas entre los lisos de foliación. Los

estratos forman pliegues de muy diversa amplitud; mas la dirección general de las capas es de NO. á SE., con inclinaciones que pasan de 20° hacia el NE.

Cruzando el puente nuevo de Riaza, se ven en la derecha del río las capas de gneis y micacitas, con mica verdosa muy tenue, que con inclinación de 45° buzan al N. 35° E. Entre estas capas corren paralelamente á la estratificación filones multiplicados de cuarzo gris algo micáfero, cuyo espesor varía de 3 á 30 centímetros.

Alternan en ciertos sitios con las micacitas de mica plateada, abundante y deleznable, bancos de poco grueso, 10 á 12 centímetros, de cuarcitas no muy tenaces que, como sucede ordinariamente, se dividen en fragmentos seudo-regulares.

En la margen izquierda del arroyo de La Parrilla, tributario, frente al pueblo, del río de Riaza, asoma á la superficie un filón de granate en masa, de color rojo intenso y lustre algo craso, sirviéndole de caja una gran masa de cocolita ó piroxena granuda de color verde obscuro y fractura irregular. Como á veces el granate se mezcla íntimamente con la augita, se produce una eclogita semejante á la que menciona Prado en la descripción de la provincia de Madrid, como existiendo en Buitrago y Chozas de la Sierra.

Acompañan, tanto al granate como á la cocolita, venas de cuarzo blanco, mica plateada, hierro oligisto en venillas y alguna pirita de hierro, siendo más raro el feldespato plagioclasa.

Según el Sr. Quiroga (1), hay en la misma localidad otras dos rocas difíciles de caracterizar á primera vista.

La una adelómera, de color pardo rojizo, raya blanco-amarillenta, cavernosa y de fractura irregular, está manchada de verde en diversos puntos por la piroxena, que á veces forma escamitas brillantes. Examinada la roca con el microscopio, resulta ser una cocolita libre de granate é impregnada por el hierro oxidado hidratado, lo que parece indicar una acción metamórfica en la masa primitiva.

La segunda roca es criptómera, bastante tenaz, de color gris obscuro, que examinada con el microscopio resulta estar constituída por anfíbol, hornablenda en partículas prismáticas, cristales más ó menos definidos de granate y escasas porciones de feldespato plagioclasa, por lo cual puede referirse, aun cuando con alguna duda, al

(1) *Observaciones sobre algunas rocas de Riaza (Segovia).* Anales de la Sociedad española de Historia natural, tomo V. Actas, pág. 29.

grupo que Lasaulx, en su obra *Elemente der Petrographie*, denomina *Granatfels*, y que define como constituída por partículas cristalinas de granate y hornablenda con acompañamiento de magnetita ó de rutilo.

Hablando ahora de las manchas estrato-cristalinas separadas de las de la sierra por el sistema cretáceo, citaremos primero la de La Mata del Quintanar, donde el gneis, en íntima relación con el granito, según á su tiempo hemos dicho, es de color blanco rojizo, de mica bronceada, feldespato blanco y cuarzo gris escaso. Fuera de la disposición zonar de la mica, la roca, por su compacidad, dureza y proporción de los elementos, tiene en muchos puntos los caracteres del granito; mas en otros se hace pizarreña, se descompone y transforma en una verdadera micacita cortada por vetarrones de cuarzo, y en algún sitio, hacia Bernuy, por filones de un pórfido cuarcífero blanco que puede considerarse como un granito de grano muy fino.

Desde Caballar á Turégano se descubre, á orillas del arroyo que por allí baja, el gneis noduloso, con mica negra, poco cuarzo y numerosas concreciones feldespáticas blanco-amarillentas; la estructura en capas está poco marcada; pero, no obstante, se ve tienen buzamiento hacia el SO. con inclinación de pocos grados.

Corresponde también al horizonte del gneis noduloso el que asoma en el arroyo de Valdevacas, junto á Arevalillo, compuesto de mica bronceada, cuarzo gris y feldespato blanco. La primera envuelve á los segundos, y acumulándose además en las caras de estratificación, quedan éstas bien marcadas, aun cuando las superficies sean poco planas. En las fracturas perpendiculares á la estratificación domina el feldespato, y el cuarzo y la mica sólo asoman en lechos muy delgados.

Al mediodía de Pajares de Pedraza, el río Cega, derrubiando el sistema cretáceo, ha puesto al descubierto el gneis de grano grueso y abundante mica, y entre esta roca se encuentra un filón de unos 6 centímetros de espesor que corta casi perpendicularmente la estratificación, estando constituído por una anfibolita de color negro verdoso, cristalizada en algunos puntos, y siendo de observar que en la fractura se marcan claramente los cruceros paralelos á las caras laterales de los prismas cristalinos, mientras son menos perceptibles los correspondientes á las bases. En las salbandas del filón abunda el óxido de hierro hidratado.

Poco más al Este del sitio que acabamos de reseñar, hay también

entre la creta dos asomos de gneis, uno cerca de Orejana y otro al lado de Vallezuela de Pedraza: los caracteres de la roca son los ya indicados; pero entre ella sobresalen grandes isleos de granito de color gris, muy duro y de grano fino, que se descompone en bolas muy regulares, lo que, unido á la textura casi micro-cristalina, hace sospechar se trate de masas porfídicas, como las que antes de ahora hemos citado en análogas condiciones de yacimiento.

En los alrededores de Fuente Pelayo el sistema estrato-cristalino tiene poco mayor desarrollo que lo indicado en el mapa; y aun cuando cubiertó á menudo por el terreno diluviano, en menos de 15 quilómetros, caminando de Levante á Poniente, desde las márgenes del Cega á las del Pirón, puede verse la siguiente sucesión de rocas: granito compacto, granito porfiroide, gneis y micacita, y, por fin, los filadios cambrianos, todo en estratificación concordante, buzando las capas hacia el oeste con una pendiente que no pasa de 20°. Entre las rocas pizarreñas y cristalinas abundan los nódulos y venas de cuarzo blanco con lisos rojizos y alguna mica blanca, mientras que en el gneis y las micacitas domina la de color bronceado. Hay, sin embargo, en la localidad un gneis blanco turmalinífero, de mica plateada, poco cuarzo y feldespato ortosa muy abundante. La estructura tabular de la roca es la característica, y los planos de foliación se señalan por estar manchados con óxido de hierro, producto de la descomposición de la mica, por todo lo cual puede diferenciarse del granito, que hacia el Este se presenta no muy bien caracterizado.

Como una variedad del gneis ó de las micacitas pueden considerarse las capas pizarreñas que cubren las masas graníticas en el camino de Zarzuela: son de color gris verdoso y mica muy abundante que envuelve al feldespato, resultando una roca muy hojosa y de textura algún tanto fibrosa.

Agreguemos que en la margen derecha del arroyo Maluca el gneis apenas contiene mica, é intercalada entre sus capas se ve una pegmatita de feldespato rojizo en grandes cristales y poco cuarzo.

De la disposición del terreno da idea la figura 7.ª

Ya sabemos que el lindero Norte del territorio segoviano está cruzado por una banda de rocas estrato-cristalinas, que desde el término de Onrubia van á internarse en la provincia de Burgos. En estos lugares los capas corren de NO. á SE. y buzan de 25 á 30° hacia el NE., presentando una serie de litoclasas perpendiculares á su di-

rección, acusadas en varios sitios por filones poco seguidos de cuarzo blanco, y generalmente de 3 á 4 centímetros de espesor.

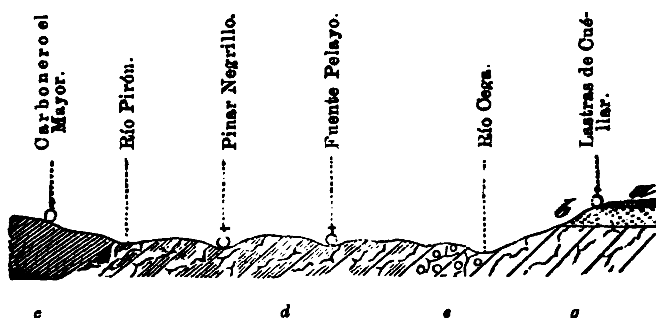


Fig. 7.ª—Corte del terreno desde Carbonero el Mayor á Lastras de Cuéllar.

a.—Calizas cretáceas.
b.—Arcosas cretáceas.
c.—Filadios cambrianos.
d.—Gneis y micacitas.
e.—Granito porfiroide.
g.—Granito normal.

Yacen las rocas del estrato-cristalino bajo los materialos del sistema siluriano, que con poco espesor se oculta bajo el trías y la creta; y como en la localidad se ven también capas miocenas y diluviales, parece demostrarse que en este punto un levantamiento no muy extenso ha hecho salir á la superficie todo el conjunto de formaciones que, ocultas unas por otras, existen en el subsuelo de la provincia.

Sin embargo, el alzamiento no puede atribuirse á una acción local y repentina, pues, como queda consignado, la inclinación de las capas no es extraordinaria para el terreno estrato-cristalino, y en las superiores es aún menos marcada la acción endógena, por más que haya fallas y fenómenos particularísimos, como la presencia del yeso entre las capas de la creta comarcana, de lo cual hablaremos á su tiempo.

Forman la base del sistema estrato-cristalino en esta región, según se ve en el quilómetro 134 de la carretera de Madrid á Aranda, un gneis noduloso, con abundante mica bronceada, cuyas hojas en-

vuelven el feldespato ortosa blanquecino, muy abundante, á veces descompuesto y acompañado por algunos granos de cuarzo gris. La roca, por lo delgado de sus capas, aun cuando no por su composición, es un tránsito á las micacitas.

Preséntanse éstas en el pueblo de Onrubia con distintas variedades, habiendo capas bastante silíceas, mientras otras son arcillosas. Entre las primeras puede servir de tipo una roca de color gris verdoso, con numerosos planos de foliación manchados por arcilla rojiza, producto de la descomposición de la mica, que es muy abundante. Las arcillosas tienen, por regla general, además de la textura hojosa inherente á la especie pétrea, la fibrosa, con colores morados diversos, desde el casi negro hasta el de flor de espliego. En las superficies de quiebra se descubren á veces manchas irisadas debidas á los óxidos de hierro que las tiñen desigualmente, produciendo en ocasiones venillas y dendritas.

El espesor visible del sistema es de 150 metros.

Aún figura en el Mapa que acompañamos un asomo de rocas gneísicas que existe en el arroyo de Las Cercas, término de Hoyuelos, bajo las pizarras cambrianas, la creta y el terreno diluvial. La formación estrato-cristalina apenas se extiende en 25 ó 30 hectáreas, estando representada por un gneis de grano fino, cuarzo blanco, feldespato rojizo, mica plateada y estructura tabular, yendo acompañado de cristales pequeños de turmalina y siendo una variedad curiosa entre las rocas que sirven de infraestrato al sistema cambriano.

Prescindiendo de mencionar otros puntos donde el gneis se halla, con mayor ó menor desarrollo, entre las masas graníticas, aún hemos de decir algunas palabras referentes á las circunstancias particulares con que las rocas estrato-cristalinas se presentan en las cercanías de Vegas de Matute, localidad ya citada al estudiar los granitos de la sierra.

Indicamos entonces que medio quilómetro al sur de la iglesia del pueblo rodea al granito rojo el gneis micáceo: este último aparece con sus capas levantadas, torcidas y plegadas, pero corriendo en dirección general de NE. á SO., siendo los elementos dominantes la mica y el feldespato y escaseando el cuarzo, carácter que, como habrá podido observarse en lo que llevamos dicho, es casi constante en todo el país.

También se halla en Vegas de Matute otro gneis anfibolífero, de

color verdoso, con alguna mica bronceada, y al lado de él un banco de caliza de textura sacaroidea, orientado como el resto de las capas estrato-cristalinas.

La caliza de que hablamos presenta oquedades, principalmente en las partes que se hallan al descubierto, como si hubiera sido disuelta parcialmente la roca, que es algo magnesiana y con venas muy ligeras de óxido de hierro.

Basta con lo dicho para dar idea de las condiciones con que se presentan las rocas estrato-cristalinas en la provincia de Segovia, y como complemento añadiremos algunos renglones para explicar su origen probable y los fenómenos de su descomposición.

ORIGEN, TRANSFORMACIONES Y USOS DE LAS ROCAS ESTRATO-CRISTALINAS.

Si con más ó menos razón puede cuestionarse cómo se ha producido el granito, son tan evidentes las señales de arrastres y acciones mecánicas para la formación del gneis y las micacitas, que aun los autores más refractarios á conformarse con la unidad de procedimientos, fuerzas y fenómenos en todas las manifestaciones de la naturaleza, aceptan para las rocas estrato-cristalinas un origen sedimentario.

Con esto, si nosotros tratamos de explicar la constitución de las capas gneísicas nodulosas que tanto abundan en la provincia de Segovia, nos veremos obligados á admitir que, después de la formación original de la roca, fenómenos nuevos han venido á transformar el arreglo molecular primitivo, esto es, que el metamorfismo se presenta evidente y poderoso.

Vamos así á parar á la confirmación de lo expuesto para comprender el origen del granito, ya que las diferencias entre éste y el gneis se borran con frecuencia hasta tal punto, que podemos repetir las palabras de D'Archiac (1): «No hay nada de absoluto en nuestras definiciones y denominaciones de las rocas, pues nos referimos siempre á una especie de término medio de un conjunto de caracteres variables.»

Si consideramos, pues, una masa de sedimentos arcillosos, y en

(1) *Géologie et Paléontologie*, pág. 369.

ella hacemos actuar las fuerzas moleculares desarrolladas por una ó por muchas causas, se producirán con el tiempo tales transformaciones que llegue á desconocerse la naturaleza primitiva de la roca, pudiendo luego entre los estratos encontrarse nódulos de caliza producida químicamente ó por organismos más ó menos complejos de los que vivieron en las aguas que arrastraron los sedimentos después transformados.

La formación del feldespato, del cuarzo cristalizado, y de los nódulos de ambos minerales, entre el gneis y las micacitas, ha de reconocer, pues, el mismo origen que en el granito, y la abundancia de mica puede explicarse por la descomposición de las rocas silicatadas infrayacentes con la reacción de las sales magnesianas del mar entonces existente, siendo claro que la producción de las calizas y dolomías, además de la segregación orgánica, será resultado de la acción del ácido carbónico de la atmósfera sobre las aguas calizas y magnesianas; advirtiendo que las rocas magnesianas silicatadas y calizo-carbonatadas han podido originarse en cualquier período de la vida de la tierra, aun cuando con menos energía, según ha adelantado el tiempo, ya que cada vez han sido menos abundantes los agentes químicos capaces de ocasionar las reacciones.

Así explicamos la formación de las rocas estrato-cristalinas del país, las variaciones de pórfidos y diabasas que con ellas se intercalan, y de las que, químicamente consideradas, apenas se diferencian sino en la diversa combinación de los silicatos que las constituyen; y así, por último, nos damos cuenta de la presencia de las calizas y aun de la antracita que se encuentra en la vertiente meridional de la sierra, teniendo presente que la última es un producto esencialmente orgánico.

Constituídas ya las capas gueísicas, movimientos generales del terreno han producido los pliegues, quiebras y pendientes que vemos en la actualidad, y un levantamiento del centro de la cordillera puede dar razón de por qué las rocas estrato-cristalinas presentan muchas veces en lo alto de los montes menor inclinación que en las faldas, donde vienen á quedar cubiertas por formaciones más modernas.

Añadiremos, siguiendo á Sterry Hunt, que la composición media de los sedimentos silíceos, aluminosos y alcalinos que han formado las rocas depende de la edad y de las veces que han sido triturados y arrastrados por las aguas, pues es claro han estado expuestos con

desigualdad á la acción de las aguas y de la atmósfera, siendo indudable la disminución progresiva de los álcalis, principalmente de la sosa, ocasionada por el lavado. Con ello ha ido sucesivamente quedando libre parte de la alúmina de los silicatos, entrando después del metamorfismo de las rocas más antiguas á constituir micas abundantes que con el cuarzo han originado las micacitas. Se comprende, además, que las diabasas, la distena, la piralolita ó silicato aluminoso de magnesia y otras rocas semejantes sean contemporáneas de las micas y se presenten acompañando al gneis y á las micacitas, como precisamente ocurre en la provincia de Segovia.

La descomposición del gneis puede decirse que es inapreciable comparada con la del granito, y así se comprende que la divisoria de la cordillera Carpeto-Vetónica, donde ambas rocas suben á grandes alturas, haya ido poco á poco á establecerse en las capas estrato-cristalinas, ya que en ellas es donde se encuentra la mayor resistencia á los agentes atmosféricos, de tal modo, que mientras las masas graníticas se redondean y deshacen en arenas y caolín, las gneísicas no parece sino que con el tiempo se hacen más riscosas y se avivan sus ángulos y aristas.

Esta diferencia singular, tratándose de dos rocas compuestas de los mismos elementos, llamó ya la atención del Sr. Prado, quien consigna el hecho en su Memoria de Madrid; y prescindiendo del cuarzo y la mica, que tienen los mismos caracteres en una y otra formación, encontró que el feldespato del gneis no se transforma en caolín y sí el del granito, no yendo más allá en sus investigaciones, que tampoco podemos aclarar, aun cuando hagamos constar que en el granito, con el feldespato ortosa casi siempre hay plagioclasa, que suele faltar ó ser muy escaso en el gneis, según se demuestra con el microscopio.

Respecto á las aplicaciones de las rocas estrato-cristalinas, sólo indicaremos que fuera de emplearse para las construcciones, cuando se tienen á mano, no reciben ningún otro destino especial.

SISTEMA CAMBRIANO.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Aún hace pocos años que los geólogos españoles referían al terreno siluriano toda la masa de rocas pizarreñas que, apoyándose en las estrato-cristalinas, se continuaba hasta las capas donde los fósiles devonianos indicaban, sin género de duda, una formación distinta. Seguíase con esto el ejemplo que daban los naturalistas en el extranjero, y principalmente Murchison, inventor en Inglaterra del sistema siluriano, y Barrande en Bohemia, que incorporó á la base del terreno determinado por el sabio inglés un tramo de rocas más antiguo que las fosilíferas del país de Gales.

Estudios posteriores han hecho diferenciar la edad de los horizontes denominados silurianos y establecer el sistema cambriano, al que nosotros referimos parte de las rocas que aquéllos comprendían en la descripción de Segovia hecha por Prado en 1853 (1).

Constituyen las rocas del sistema cambriano una gran mancha en el partido de Santa María de Nieva que, además de comprender á este pueblo, envuelve también á Pascuales, Pinilla Ambroz, Miguel Ibáñez, Carbonero el Mayor, Fuente Carbonero, Migueláñez y Bernardos, con una superficie de unos 200 quilómetros cuadrados, cuyo contorno podemos suponer comienza en el contacto del granito con el cuaternario de Tabladillo, y siguiendo casi paralelo al río Moros, va á cortar el Eresma por bajo de La Armuña; continúa con dirección NE. hasta la creta de Carbonero, y alcanza la orilla izquierda del Pirón, por donde sigue unos 10 quilómetros, entrando hacia Fuente Carbonero hasta la divisoria del último río citado y el Eresma, que vuelve á cruzar para tocar en Domingo García, Ortigosa de

(1) Para mayores detalles en este asunto, puede verse nuestra *Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad-Real*, inserta en el tomo VII del Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España.

Pestaño, Nieva, Ochando y Hoyuelos, donde desaparece bajo las arcosas cretáceas.

Dentro de esta superficie no hay otro terreno más moderno, fuera de una reducida zona cretácea que constituye los cerros del SO. de Bernardos y Migueláñez.

Las relaciones estratigráficas del terreno cambriano se reducen, pues, á apoyarse en las rocas cristalinas de Balisa, La Armuña y Hoyuelos y servir de infraestrato á la creta, así como á los materiales cuaternarios que lo rodean en casi todo su perímetro.

Aún hay materiales cambrianos en la vertiente septentrional de la sierra de Ojos Albos, donde penetran con escaso desarrollo desde la provincia de Ávila.

Las rocas que referimos al sistema cambriano, fundados en las condiciones estratigráficas y las circunstancias físicas, ya que nos faltan los datos paleontológicos, se presentan con caracteres muy uniformes, siendo una masa de filadios de estructura hojosa muy marcada y lustre sedoso, á los que cortan irregularmente multitud de venas y filoncillos de cuarzo blanco, que á veces siguen entre los lisos de los estratos.

Los planos de foliación de los filadios son oblicuos con respecto á los lechos de sedimentación que, si bien con dificultad, se advierten en la roca, y un tercer sistema de planos de quiebra suele presentarse, produciendo la rotura en fragmentos romboédricos de dimensiones variables.

Domina en todas estas rocas el color obscuro con tintes rojizo, verdoso, azulado y á veces amarillento, y no es rara la textura concrecionada, ni tampoco la fibrosa; pero una y otra subordinadas á la pizarreña, que es la general.

La dirección más frecuente en las capas de la formación es la de NO. á SE.; pero el buzamiento, que en el gran macizo de Santa María de Nieva es al NE., con inclinación de 15 á 25°, en la sierra de Ojos Albos, en la parte del territorio segoviano, pues fuera hay orientaciones muy diversas, es hacia el SO., con pendientes máximas de 40°.

El espesor de la formación cambriana puede evaluarse en unos 150 metros desde los granitos de Balisa á lo alto del cerro llamado Peña Mora, entre Bernardos y Migueláñez, y es menor el desarrollo en la sierra de Ojos Albos.

DATOS LOCALES.

En las cercanías de Pascuales los filadios cambrianos se apoyan en el granito y en las dioritas que acompañan á éste; y si bien hay puntos en que las capas están muy inclinadas, pronto se aplanan, buzando hacia el NE. con pendientes que no exceden de 25°.

La roca dominante es de color pardo rojizo, grano fino, muy hojosa y presenta en su masa ciertas concreciones duras, indicándose con ello que los fenómenos metamórficos han producido una especie de maclas que á veces están bien definidas. Acompaña al silicato aluminoso bastante cantidad de mica en elementos muy menudos y dispuesta en lechos oblicuos á la foliación, lo cual justifica que ésta ha sido producida por presiones de dirección distinta á la de la sedimentación.

Hay en la localidad otros filadios de color azul obscuro muy satinados, y en los cuales la mica se caracteriza más que por su brillo por su textura, pues está muy descompuesta y mancha desigualmente la roca.

Ambas clases de filadios (1) están cruzadas por vetarrones de cuarzo blanco que muchas veces siguen entre los lisos de la roca.

Á la salida de Santa María de Nieva se ven algunas canteras abiertas junto á la Plaza de Toros, donde las pizarras satinadas son de color verdoso, con lisos y venas ferruginosas que se cortan, según un ángulo de 30° próximamente, en dos direcciones, siendo la pasta tan fina y suave al tacto, que denuncia la presencia de un silicato magnesiano. Contienen algunas hojuelas de mica, y el buzamiento de las capas, perfectamente determinable, es de 15° al NE.

Con los mismos caracteres, poco más ó menos, siguen los filadios hasta Nieva y Domingo García; mas entre ellos se encuentran grandes venas irregulares de cuarzo gris que algunos han considerado como verdaderas cuarcitas, á lo que se opone desde luego la falta de regularidad de las capas.

En el cerro del Castillo, junto á Bernardos, asoma á la superficie

(1) Damos el nombre de filadios á las pizarras muy hojosas en cuya composición entra, además del silicato aluminoso, una substancia semejante al talco.

una brecha cuarzosa en que los trozos silíceos están cimentados por la pasta de los filadios, que en general son de color obscuro, micáferos, con manchas irisadas ó con dendritas de óxido de hierro; y mientras algunas capas son arcillosas, otras, de color negro, son silíceas y se explotan como pizarras de tejar, cortándose con facilidad en hojas hasta de un metro cuadrado.

Entre Bernardos y Migueláñez se hallan engastados en los filadios de color gris azulado abundantes cristales cúbicos de pirita de hierro, transformados, por lo menos superficialmente, en hierro pardo, epigénesis muy frecuente en las rocas pizarreñas de España.

Las capas del sistema cambriano buzan en la comarca hacia el NE. como en Pascuales, y están también cruzadas por vetas de cuarzo, ordinariamente de poca corrida y espesor, pero en ocasiones de gran desarrollo, cual se ve en el cerro del Berrueco, en Migueláñez, constituído casi exclusivamente por una masa de cuarzo blanco lustroso con venillas de óxido de hierro.

Todo el camino de Carbonero el Mayor á La Armuña se encuentra entre los filadios cambrianos, y dominan los de color verdoso, micáferos, nodulosos, de grano fino, muy silíceos y con algo de talco. En los lisos presentan irisaciones debidas al óxido de hierro que los mancha.

Caracteres semejantes tienen las rocas desde La Armuña á Miguel Ibáñez y Pinilla de Ambroz; pero en los altos que dominan al último pueblo se halla una brecha cuarzosa semejante á la de Bernardos, cubierta en algunos puntos por una especie de *navaculita* de color gris rojizo.

También en esta zona los filadios se hallan cruzados por vetarrones de cuarzo blanco, y otro tanto sucede hasta llegar á Tabladillo, donde los colores dominantes para la roca son el morado y rojo parduzco, estando las capas poco inclinadas y acompañadas por hojuelas de mica, más y más abundante cuanto más próximo se encuentra el granito.

En la mancha cambriana de la sierra de Ojos Albos se encuentran filadios verde-obscuros, micáferos y con cristales especulares muy brillantes de *otrelita*. Son de textura muy hojosa en la mayoría de los casos, pero los hay también fibrosos y concrecionados.

Representa bien á estos últimos una pizarra silícea, negruzca talcosa y con algo de mica, dentro de cuyas capas hay numerosos nódulos arcillo-ferruginosos, algo más blandos que la pasta general, y cuya formación hay que atribuir á un fenómeno metamórfico.

Se encuentran además en aquellos lugares una roca silícea pizarreña de color verde amarillento, con cristales de otrelita, muy frecuente en toda la formación, y dendritas de óxido de hierro. Se asemeja esta especie pétrea á la navaculita, y debe considerarse como una variedad de filadio en que se han desarrollado más las acciones moleculares.

ORIGEN, TRANSFORMACIONES Y USOS DE LAS ROCAS CAMBRIANAS.

Proceden los materiales cambrianos de la consolidación de los elementos de rocas preexistentes arrastrados por las aguas al fondo de un mar en que no sólo se depositaban, sino que actuando en ellos las mismas causas que produjeron el granito, el gneis y las micacitas, si se quiere con menor intensidad, al fin se hubieron de producir capas arcillosas con alguna mica, cual resultado de la persistencia de acciones sobre elementos cada vez menos variados. Si esta pasta arcillosa fué sometida á fuertes presiones, la foliación se produjo, conforme se ha comprobado prácticamente, en sentido oblicuo á la sedimentación; y ayudando las acciones moleculares, al mismo tiempo que las rocas pizarreñas se endurecían, se apartaba el cuarzo libre para formar los nódulos y vetarrones que hoy cruzan las capas, ó se intercalan en ellas.

Si aún particularizamos más el punto de aplicación de los fenómenos metamórficos, nada se opondrá á la constitución de los nódulos y maclas que hemos visto muy desarrollados entre los filadios, y de todos modos explicaremos mejor las transformaciones que por la influencia de los granitos ó del gneis que yacen bajo el sistema cambriano, y cuyo metamorfismo de contacto es más que dudoso, ya que donde puede verse la unión de unas y otras rocas es imposible distinguir la menor alteración ni en los caracteres físicos ni en la composición genérica.

Lo que resulta evidente es que las acciones geodinámicas han levantado, plegado y torcido las capas cambrianas; pero éstos son fenómenos enteramente dinámicos que nada tienen que ver con los de origen y transformación.

Ya en la superficie, las capas de que hablamos, los derrubios y las acciones atmosféricas han actuado con notable regularidad, conse-

cuencia de lo homogéneo del terreno, y ha resultado un suelo doblado, sin grandes cortes ni barrancadas, por donde naturalmente discurren pronto las aguas, dejándolo seco y árido cual corresponde á la poca permeabilidad de las rocas.

Las aplicaciones de los materiales cambrianos son hoy bastante reducidas, y, sin embargo, en Santa María de Nieva y Bernardos existe buen filadio regular que se explota en canteras mal arregladas. Del último pueblo se asegura proceden las pizarras que cubren la Colegiata y dependencias del Palacio de La Granja, y alguna vez se han traído á Madrid, pero la mala fabricación y el coste excesivo de los transportes han cerrado el mercado.

En la localidad se venden las pizarras de medio metro en cuadro á 50 pesetas el millar; y si se montase un buen taller y se acondicionasen las canteras, como los transportes se han abaratado con el paso del ferrocarril, nos parece que hay elementos para el desarrollo de una industria lucrativa en relación con el capital poco considerable que se emplearía en ella.

SISTEMA SILURIANO.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Descartadas las grandes masas de filadios que hemos referido al terreno cambriano, quedan para el siluriano todas las demás rocas con que antes se conocía en la provincia de Segovia, y que en esencia son: una serie de bancos de cuarcitas que descansan sobre las capas estrato-cristalinas de la sierra, poniendo de manifiesto su independencia estratigráfica con el sistema cambriano, no representado en aquella región, y una gran masa de pizarras en la cual las acciones metamórficas no han ejercido grandes alteraciones en la composición de la roca.

Ocupan las masas silurianas dentro del territorio segoviano cerca de 100 quilómetros cuadrados; más de las cuatro quintas partes en la sierra, y el resto alrededor del terreno estrato-cristalino de Onrubia.

En el primer punto descansan los materiales silurianos en las micacitas de Riaza, y comprendiendo el pueblo de Martín Muñoz de Ayllón tocan en Alquite y Negredo, desde donde el límite, que al descubierto dejan las tierras diluviales, sigue por la izquierda del río de Ayllón hasta cerca de Esteban Vela. Tapado aquí el siluriano por el terreno terciario, y después por la creta, desde Santibáñez á Grado, sube, no obstante, á constituir la divisoria de la sierra de Ayllón en una corrida de cerca de 20 quilómetros, hasta que en los altos de Riofrío vuelven á asomar las micacitas, cerrando el perímetro del sistema siluriano.

Dentro de la superficie así circunscripta se hallan los pueblos de Serracín, Madriguera, El Muyo y Becerril, además de los que antes hemos citado como comprendidos ó lindantes con las capas geológicas que reseñamos.

En el norte de la provincia es donde se halla el resto del terreno siluriano de Segovia, con una extensión de unos 17 quilómetros cuadrados, que tiene sus límites en Aldeanueva de la Serrezuela,

Villalvilla de Montejo, Carabias y Pradales, y, descansando en las rocas estrato-cristalinas, queda cubierto al Norte por el sistema mioceno, al Este y Sur por la creta y al Oeste por el trías.

Aun cuando son escasos los datos paleontológicos, no faltan en las pizarras impresiones de *Graptolitos;* y aun hay fósiles en las cuarcitas, pues si no abundan en la provincia, sí fuera de ella, en Madrid y Guadalajara, siendo restos de *Cruzianas* ó *Bilobites*.

Puede, pues, con sólo esto asegurarse que falta entre las rocas silíceas de la base y las pizarras, un tramo de rocas muy desarrollado en otras partes de España, y que encierra toda la fauna segunda de Barrande.

En ninguna de las dos manchas silurianas hay en lo interior sedimentos de períodos más recientes, y la posición de las capas es bastante uniforme, siendo de notar que, como en el estrato-cristalino, los lechos que se encuentran á mayor altitud, por regla general, están menos inclinados.

La dirección dominante en las rocas del sistema siluriano es la de NE. á SO., con buzamientos septentrionales ó australes, principalmente los últimos.

Se presentan litoclasas que dividen las pizarras y cuarcitas en prismas seudo-regulares, pues los tres sistemas más frecuentes en esta clase de quiebras son próximamente perpendiculares entre sí.

El espesor total de los depósitos silurianos puede evaluarse en unos 400 metros, de los cuales sólo la décima parte corresponde á las cuarcitas de la base, quedando el resto para las pizarras que cubren á éstas en estratificación concordante.

DATOS LOCALES.

Constituyen lo alto de la sierra de Ayllón las pizarras silurianas de colores gris, pardo y negro, y en el Puerto de los Infantes son azuladas, de grano fino, algo micáferas y con cristales de otrelita, habiendo en los planos de foliación manchas repetidas de óxido de hierro como producto de descomposición de la mica. Pero la roca dominante es una pizarra ampelitosa con repetidas impresiones de Graptolitos, dominando las especies *Monagrapsus Halli* (Barr.) y *M. convolutus* (Hissinger), por lo que se ve corresponden estas capas á la tercera fauna de Barrande, es decir, á la parte más elevada del terreno siluriano.

En el Puerto de la Quesera, por donde pasan los que desde Riaza van á Tamajón, la pizarra es satinada, muy hojosa, con partículas de mica, siendo su yacimiento concordante con el de las rocas estrato-cristalinas, estando á menudo las capas plegadas y acompañadas de filones y venas de cuarzo blanco, que por su estructura algo tabular puede confundirse con las cuarcitas correspondientes á un nivel mucho más inferior. Se encuentran entre la pizarra cristales de granate almandino y de anfibol, pero por regla general de tamaño muy reducido.

Hay también en la comarca pizarras fibrosas de color gris azulado, ya con las fibras rectas, ya arqueadas, siguiendo las mismas curvas que los vetarrones de cuarzo que las acompañan.

Prescindiendo de los pliegues y quiebras locales, la dirección general de las capas es de NE. á SO., con buzamiento muy fuerte hacia el SE., siendo curioso que las rocas silurianas se encuentren más inclinadas que las pertenecientes á los sistemas más antiguos cuando á corta distancia al Oeste se presentan á la superficie.

Al mediodía del término de El Muyo se hallan las pizarras de tejar de color negro, con alguna mancha ferruginosa, y con estas capas vienen otras de igual composición, pero de textura hojosa, ondulada unas veces, fibrosa otras y de colores más claros.

Apóyase en las pizarras tegulares una masa de ampelitas gráficas, de textura pizarreña, grano muy fino y color negro azulado, que contienen dentro de la pasta carbonosa algunos nódulos de cuarzo blanco y vetas de amianto y asbesto, cuyo espesor varía de 1 á 5 centímetros.

Cuando la ampelita es más homogénea puede cortarse con facilidad, y aún no hace muchos años que con ella se fabricaban lápices para carpinteros y dibujantes; industria que ha desaparecido por la baratura con que hoy se venden los lapiceros de grafito.

Estas ampelitas en ciertos parajes son tan carbonosas que, perdiendo la estructura pizarreña, se hacen térreas y de elementos tan tenues que, desleídas en agua, sirven en el país para hacer tinta de escribir, aun cuando es demasiado parda.

Entre esta materia carbonosa se encuentran nódulos elipsoidales de ampelita alumbrífera, de color negro, con abundantes eflorescencias de sulfato ferroso, estando constituídos dichos nódulos, que suelen tener unos 5 centímetros según el eje mayor, y poco menos en las otras dos direcciones, por capas concéntricas gruesas y separadas entre sí por cutículas alumbrosas.

Son bastante frecuentes en las ampelitas gráficas las impresiones de graptolitos; pero aquí la especie casi exclusiva es el *Monagrapsus Halli* (Barr.)

Entre El Muyo y Becerril hay pizarras negras de grano fino, algo micáferas, textura semiterrosa, muy cargadas de carbono y con eflorescencias de sulfato alumínico férrico. También se hallan entre estas pizarras nódulos elipsoidales, cuya forma debe considerarse como una transformación de la esférica, por causa de las presiones que produjeron el laminado de la roca, ya que se observa que el eje menor de las concreciones es perpendicular á la foliación de las pizarras que las envuelven.

Hay además ampelitas con venas de cuarzo y asbesto, siendo notable un filón de esta última substancia que, con un espesor de cinco centímetros, asoma entre las pizarras, estando una de las salbandas constituída por una pasta micácea, mientras en el lado opuesto el asbesto toca á la pizarra y aun se intercala en ésta con vetillas delgadas.

Acompañan en toda esta región á las ampelitas, junto con los nódulos carbonosos, otros de pirita de hierro, á cuya descomposición ha de atribuirse el sulfato férrico que, combinado con la alúmina y los álcalis de la roca, convierte ésta en alumbrífera, caso muy frecuente en la naturaleza; tanto, que se considera la roca así formada como una verdadera especie pétrea de aplicación industrial bien conocida.

Cerca de Becerril se encuentra una brecha ferruginosa con algún cuarzo en granos aislados y fragmentos de pizarra, pudiendo considerarse esta capa como una mena de hierro bastante rica.

Preséntanse en la base de la formación de esta localidad capas gruesas de cuarcita de colores claros, que á pesar de ello se distinguen bien, por su estructura, de los filones de cuarzo que acompañan á las pizarras; y como hay concordancia en la estratificación, señalando la de las cuarcitas, más fácil de observar que la de las pizarras, tendremos que el arrumbamiento general es de NO. á SE., con inclinación de 45° al SE.

Resulta, pues, que en estos lugares las capas están orientadas perpendicularmente á la dirección de la sierra, como habiendo obedecido á las mismas fuerzas que ocasionaron las litoclasas y quiebras que con intensidad variable se acusan en las rocas de todo el sistema.

Entre Becerril y Martín Muñoz la mayor parte del suelo corres-

ponde á las pizarras, silíceas á veces y terrosas otras; pero en algunas barranqueras asoma una arenisca de color amarillento rojizo, de grano fino, y aun cuando no tan metamorfoseada como las verdaderas cuarcitas, es un tránsito á éstas que, con caracteres bien definidos, color blanco agrisado, manchas amarillentas, grano muy fino y alguna hojuela de mica, se presentan en el camino de Martín Muñoz á Riaza.

No son estas cuarcitas muy tenaces: forman capas de 10 á 15 centímetros de espesor, y se dividen naturalmente en fragmentos seudoregulares, como es muy frecuente en rocas análogas.

En Serracín hay excelentes pizarras tegulares y para solados, y en el pueblo existen desde muy antiguo varios talleres donde se cortan y sierran dichas pizarras para transportarlas á diversos puntos, principalmente á Segovia.

Se encuentran también en la localidad las ampelitas cruzadas por algunos filones de cuarzo blanco, con manchas de óxido de hierro, y generalmente circunscriptos por una especie de filadio gris verdoso algo micáceo. Estas pizarras carbonosas contienen restos fósiles indeterminables.

Subyacentes á las pizarras hay cuarcitas de color rojizo, algo micáferas, grano fino, estructura tabular y con restos de *Cruzianas*, lo que demuestra la existencia de un tramo geognóstico perfectamente determinado, y que por su independencia de los filadios cambrianos, justificada aquí mismo al descansar en las rocas estratocristalinas, ha podido tomarse como base del terreno siluriano de España.

Hay en Madriguera una ampelita micácea, muy blanda, de textura fibrosa y manchada en algunos puntos por los óxidos de hierro procedentes de la descomposición de la mica, que es plateada y abundante. Algunos lechos muy carbonosos, tanto que, sometidos al fuego de una mufla, pierden el 80 por 100 de su peso, contienen numerosos restos del *Monograpsus Halli* y del *M. convolutus*.

También en esta localidad se encuentran las ampelitas alumbríferas en capas que buzan al NO., inclinando de 25 á 30°, y sobre ellas se extiende una sefita ferruginosa, constituída por trozos de pizarra, granos de cuarzo, nódulos de limonita y alguna arcilla micácea. Esta roca es en realidad una brecha formada á expensas de las pizarras silurianas, siendo de edad posterior á la consolidación y metamorfismo de las capas de aquella época, si bien su formación ha de ha-

ber precedido á la de las masas arenosas del terreno diluviano, ya que éstas la tapan en diversos sitios.

Al sur de Madriguera hay filones de hierro oligisto grafitoide, y en la comarca se han hecho algunas labores mineras siguiendo estos filones, que en El Muyo se creía eran auríferos, así como los de cuarzo de Becerril y Serracín que, registrados á corta profundidad, se hallaron contenían piritas arsenicales, algo argentíferas, pero en tan pequeña cantidad que no pagaban los gastos de explotación.

En Grado y Santibáñez el sistema siluriano queda cubierto por la formación cretácea, estando aquél constituído por pizarras satinadas de color obscuro, muy hojosas y de grano fino, con manchas blanquecinas en los planos de foliación, que atribuímos á eflorescencias de alumbre.

Debajo hay otras pizarras negras arcillosas, con mucha mica plateada y algún cuarzo, estando las litoclasas teñidas desigualmente por el óxido de hierro derivado de la mica. En algunos bancos, menos pizarreños y de color gris verdoso, hay restos fósiles de bivalvas indeterminables.

Corren las capas de NE. á SO., con buzamiento de 20° al NO.

Caminando desde Santibáñez á Esteban Vela, las pizarras son más silíceas, de color rojo amarillento, micáferas y cruzadas por venas de hierro oxidado, conteniendo también nódulos y filoncillos de espato calizo. La formación siluriana avanza en las orillas del río, con la misma orientación próximamente que en Santibáñez, quedando ocultas las pizarras por almendrones cuaternarios en bancos de 10 á 15 centímetros de espesor.

Hablando ahora del sistema siluriano del norte de la provincia, comenzaremos por hacer constar que allí la parte silícea, ó mejor dicho, las cuarcitas, tienen más importancia que las pizarras, al revés de lo que sucede en la sierra, faltando por completo los datos paleontológicos.

En Pradales, en contacto con el gneis, se encuentran filadios satinados, muy hojosos, de grano fino, micáceos y de colores obscuros, y entre ellos alguno asbestiforme, de fibras gruesas y color gris verdoso, cuya textura, sumamente curiosa, es difícil de explicar.

También hay pizarras satinadas y silíceas en Carabias; pero la mayor parte de los materiales silurianos en la comarca están representados por cuarcitas, en grandes crestas que corren de SE. á NO., con una pendiente máxima de 40° hacia el NE. La inclinación varía

mucho de unos sitios á otros, pues en Pradales es de unos 25°, en Onrubia de 35 á 40 y no pasa de 15 hacia Villalvilla, donde las capas silurianas quedan ocultas por el terreno terciario.

Al nordeste de Ciruelos hay cuarcitas blancas, muy compactas, tenaces y de grano fino, estando cruzada la roca por litoclasas teñidas de óxido de hierro, que la dividen en prismas irregulares de dimensiones muy variables, según que las quiebras naturales se repiten más ó menos.

Entre Pradales y Carabias hay una cuarcita morada, muy dura, de grano fino y surcada por filoncillos y nódulos de hierro oxidado, que aumentando en algunos sitios viene, puede decirse, á cimentar los elementos silíceos de la roca en que, como de costumbre, se señala un sistema trirectangular de litoclasas.

Más al norte, en el término de Pradales, se encuentra otra cuarcita blanco-amarillenta, de grano fino y algo micáfera, que corresponde á lo que vulgarmente se denomina *piedra en barras*, porque naturalmente se presenta dividida en paralelepípedos muy prolongados. Las caras laterales de éstos aparecen estriadas y algo manchadas por el óxido de hierro.

Fuera de los sitios estudiados, en ciertos lugares de la provincia, se encuentran restos de pizarras de edad dudosa, alguna de las cuales tal vez sea siluriana.

ORIGEN, TRANSFORMACIONES Y USOS DE LAS ROCAS SILURIANAS.

Proceden las rocas silurianas de arrastres de otras ya formadas, hechos por aguas corrientes que fueron á depositar los materiales derrubiados en el fondo de un mar, donde primero se sedimentaron partes silíceas y después légamos arcillosos. La acción de agentes metamórficos produjo con lo primero las capas de cuarcita, sin más cambio que acentuar la textura, ya que sólo había una clase de elementos apenas susceptibles de alterarse, pues pocos compuestos hay en la naturaleza tan fijos como la sílice. En cambio, con la parte arcillosa, no sólo pudo ocasionarse la transformación en el arreglo de las partículas, sino que las presiones laminaron la pasta, produjeron la foliación de la roca, y aun siguiendo los mismos procedimientos que hemos indicado al hablar de las rocas estrato-cristalinas, se pudo originar el desarrollo de la mica entre capas cada vez más consistentes, al propio tiempo que se formaban por segregación los

nódulos y vetarrones de cuarzo que hoy existen entre las pizarras.

Las concentraciones consiguientes á la desecación y cambio de textura de la masa pétrea, produjeron las litoclasas con orientación marcada, y en ellas es natural se hayan acumulado con el tiempo los óxidos de hierro obtenidos principalmente por la descomposición de la mica, merced á la acción de los agentes atmosféricos que han seguido actuando con regularidad, consecuencia de lo homogéneo del terreno, donde, no obstante, las acciones geodinámicas producían pliegues, quiebras y ondulaciones en las capas, que al fin se redondeaban superficialmente cuando eran pizarrosas, mientras á su lado se alzaban con grandes crestas las cuarcitas, como mucho más resistentes.

Así comprendemos el estado actual del terreno siluriano, cuyas rocas, aunque pocas, tienen algunas aplicaciones.

Desde luego hay que contar entre ellas su uso en las construcciones locales; pero era especial de las ampelitas de Madriguera, Becerril y El Muyo el empleo en lápices de carpintero, industria destruida con la importación de los lapiceros de grafito, y no comprendemos cómo allí mismo no se estableció la fabricación del alumbre, ya que existían las rocas alumbríferas, más escasas en otros puntos de España, donde algún tiempo tuvo verdadero interés semejante industria.

Los baldosines de pizarra que se sierran y cortan en Serracín, ya hemos dicho que se exportan con ventaja para los fabricantes, y el día no lejano en que se construya el ferrocarril de Segovia á Burgos, el mercado de estas pizarras ha de extenderse y facilitarse.

Respecto al beneficio de los criaderos metalíferos que existen entre las rocas silurianas, poco puede decirse, y cuantos datos hemos recogido correspondientes al asunto, los encontrarán nuestros lectores en la nota referente á la minería de la provincia que insertamos al fin del libro.

ÉPOCA SECUNDARIA.

SISTEMA TRIÁSICO.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Las rocas triásicas cubren en el nordeste de la provincia de Segovia una superficie de cerca de 20 quilómetros cuadrados en una banda que se extiende desde Torre Adrada á Pradales, tocando por el Norte en Aldeanueva de la Serrezuela, y comprendiendo por el Sur los altos donde se ha establecido el vértice de la triangulación de primer orden, denominado Rubio.

Á pesar de la considerable altitud á que aquí se elevan las capas triásicas, se presentan éstas generalmente muy poco inclinadas, y con la circunstancia que para otros puntos de España, principalmente para la sierra de Valdemeca, en Cuenca, hemos señalado antes de ahora, de estar los lechos inferiores más inclinados que los superiores.

No hay dificultad para comprender este fenómeno, bien manifiesto en la localidad de que ahora hablamos, suponiendo una gran comba en toda la formación, cuyo resultado es que la línea de máxima pendiente de las rocas no pase de 8° en la Peña Cuerno y en el Pico Rubio y alcance hasta 25° á poniente de Onrubia.

La dirección general de las capas del sistema triásico es de NE. á SO. y el buzamiento al NO., con las variaciones de inclinación que acabamos de reseñar.

Descansan por el Este los materiales del período triásico en las rocas estrato-cristalinas y en las cuarcitas silurianas, mientras que en el Sur y Poniente quedan ocultas por el terreno cretáceo y al Norte por el cuaternario. Son estos materiales esencialmente sabulosos; forman capas de areniscas con alguna arcilla y grano uniforme, por más que suelen encontrarse entre la masa pétrea guijas de cuarcita hasta el tamaño de una nuez y de colores blanquecinos.

Las capas rojas son las más abundantes en las areniscas de que hablamos; pero las hay grises, blanquecinas y verdosas.

Corresponden estas rocas al tramo inferior del sistema triásico, juzgando por su aspecto, caracteres y relaciones estratigráficas, pues no se ha encontrado en ellas fósil alguno que de una manera indudable resuelva la cuestión de edad, que tampoco puede aclararse con la presencia de calizas cavernosas, yeso, sal y cristales bipiramidales de cuarzo, que distinguen al trías de otras partes donde se encuentra el tramo superior.

No pasa de 100 metros el espesor total del sistema.

Aún hay en la provincia, en término de Esteban Vela, otra mancha triásica que cruza el lindero de la provincia de Soria; pero su escaso desarrollo en el territorio segoviano, unas 80 hectáreas, y el estar constituída por areniscas, lo mismo que la superficie que acabamos de reseñar, nos libra de entrar en más pormenores.

DATOS LOCALES.

Entre Aldeanueva de la Serrezuela y Onrubia las areniscas se presentan en capas de 30 á 80 centímetros de espesor, son rojas, de grano mediano, algo micáferas y de cimento arcillo-calífero. Entre la masa de la roca se ven granos más gruesos, que las arenas constituyentes, de cuarzo gris y rojizo, y también lechos de arcilla ferruginosa. La dirección de las capas es de NE. á SO., y la inclinación pasa de 25° en algunos puntos.

Cerca de Onrubia existe una arenisca blanco-rojiza, micáfera, de grano fino, cruzada por venas de greda verde y encerrando drusas de carbonato de cal cristalizado en metastáticas, estando lo interior de dichas cavidades relleno por arcilla blanca algo calífera. Señálanse en esta roca perfectamente los resultados de las acciones moleculares que han diversificado los elementos que antes se hallaban mezclados y confundidos.

Subiendo hacia la Peña Cuerno se encuentra una capa de arenisca gris, de grano mediano, con cimento arcilloso, en la que se advierten impresiones de restos vegetales y también residuos carbonosos, todo lo cual, á hallarse aislada, pudiera hacer sospechar se trataba de una samita carbonífera. La concordancia é intercalación de la roca de que hablamos con las demás de la formación triásica, disipa toda duda acerca del horizonte geognóstico á que corresponde.

En el Pico Rubio las areniscas son rojas; pero á veces están manchadas de blanco ó verde claro: en el primer caso, por haber desaparecido el óxido de hierro que tiñe toda la roca; y en el segundo, por haber cambiado el estado de hidratación y oxidación del mismo hierro.

La figura siguiente da idea de la disposición geognóstica de la comarca.

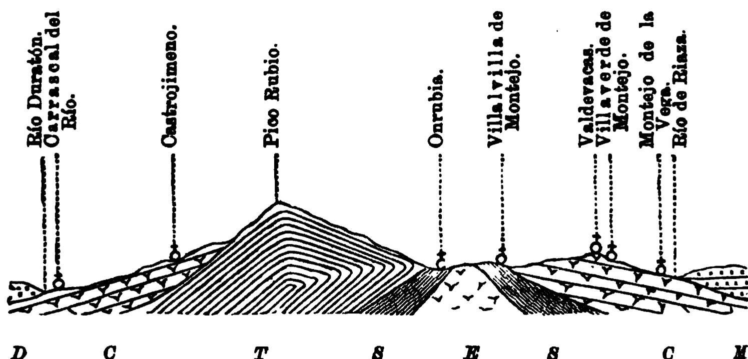


Fig. 8.ª—Corte del terreno desde Carrascal del Río á Montejo de la Vega. Escala horizontal, 1 : 400000, y diez veces mayor la vertical.

D.—Terreno diluviano.
M.—Idem mioceno.
C.—Idem cretáceo.
T.—Idem triásico.
S.—Idem siluriano.
E.—Idem estrato-cristalino.

Algunos otros datos locales que podríamos consignar no serían sino confirmación de lo que como síntesis hemos expuesto al principio, sin añadir nada nuevo, como se comprende, ya que la formación es uniforme y de poco desarrollo.

En lo que se refiere á las rocas triásicas del este de Esteban Vela, sólo diremos que son también areniscas rojas, en capas de mediano grueso, representando muy bien lo que en Cuenca y Valencia denominan rodeno.

ORIGEN, TRANSFORMACIONES Y USOS DE LAS ROCAS TRIÁSICAS.

Sólo porque al tratar de los demás sistemas geológicos que se encuentran en la provincia de Segovia hemos establecido el artículo con

que encabezamos estos renglones, es por lo que también ahora debemos dedicar algunas palabras al asunto, que, de otro modo, quedaría aquí justamente preterido.

Que las areniscas cretáceas son de origen sedimentario, formadas en las costas de un mar poco profundo y á expensas de los acarreos producidos por las corrientes que surcaban un territorio de suelo granítico, es cosa que no ofrece duda, pues se justifica con la clase de los mismos elementos que se ven en la roca, explicándose la falta de las arcillas, á que la descomposición de los feldespatos diese lugar, porque como elementos más tenues fueron á depositarse más lejos, quedando en las costas del antiguo mar el cuarzo y algunas hojuelas de mica.

Respecto al óxido de hierro que cimentó las arenas, si es que no procede de la transformación de la mica, puede provenir de manantiales ferruginosos que se vertían en las aguas donde tenía lugar la sedimentación.

Cuando movimientos orogénicos han levantado y dejado en seco los materiales triásicos, éstos se han consolidado, y sufriendo la acción de los agentes atmosféricos han llegado al estado en que hoy los vemos, sin aplicación especial ninguna, fuera de la que tienen todas las rocas análogas, luchando aún con la mala situación topográfica con que se encuentran en el caso actual.

SISTEMA CRETÁCEO.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Más de 1000 quilómetros cuadrados corresponden en la superficie de la provincia de Segovia á los materiales del sistema cretáceo, que se apoyan casi siempre en las rocas graníticas ó estrato-cristalinas; en posición horizontal, y formando mesas más ó menos dilatadas, con frecuencia hundidas ó quebradas hacia el centro, lo que favorece la acumulación de las aguas meteóricas que, alimentando las corrientes subterráneas, originan después copiosos manantiales.

Puede decirse que la formación cretácea constituye una banda irregular en la falda septentrional de la cordillera Carpeto-Vetónica, y una gran mancha en el nordeste del país, además de otros asomos de poca importancia, cuya relación con las dos masas principales es fácil encontrar.

Si consideramos que en el norte de la provincia comienza, en Fuente Piñel, el lindero de las rocas cretáceas con las terciarias, podremos seguir la línea de separación de unas y otras por Valles de Fuentidueña, Fuentidueña, Tejares y Torre Adrada, donde se presentan las capas del trías, y en las que se apoyan las de la creta hasta Castro Serracín y Ciruelos, para dar vuelta al siluriano y salir otra vez en Villalvilla de Montejo á encontrar el mioceno que las cubre en Valdevacas, Villaverde y Montejo de la Vega, desde cuyo punto hasta Maderuelo los dos sistemas están separados por el río de Riaza.

Á partir del último pueblo citado, los materiales cuaternarios confrontan con los cretáceos hasta Valdevarnés, siguiendo la línea de separación, con rumbo próximamente de NE. á SO., por el septentrión de Fuente Mizarra y Cedillo de la Torre, para cambiar de rumbo tocando en Navares de Enmedio, Aldeonte, Barbolla y El Olmo, desde donde, casi con la dirección primitiva, pasa por Duratón, Vellosillo, Torrecilla, La Nava y Barruelo, para alcanzar, torciéndose al Norte, el río Duratón junto á Aldeonsancho.

En la orilla derecha del río es donde continúa manifestándose el terreno cretáceo hasta el término de San Miguel de Bernuy, quedando en la izquierda las arenas diluviales, que aún siguen tapando las calizas cretáceas cuando cruzan la corriente mencionada y llegan á Fuente Piñel.

Una porción de pueblos existen dentro de la formación cretácea que hemos circunscripto y cuya superficie pasa de 450 quilómetros cuadrados; pero el principal de todos es Sepúlveda, donde se presentan fenómenos estratigráficos muy notables, en que á su tiempo nos ocuparemos.

Otra gran zona cretácea se encuentra apoyándose en las rocas estrato-cristalinas de la cordillera, desde Santiuste de Pedraza hasta Cerezo de Abajo, hallándose el lindero en el intermedio, con dirección casi invariable de NE. á SO., en los pueblos de Torre de Val de San Pedro, Aldealengua, Gallegos, Arcones, Prádena, Sigueruelo y Villarejo.

Á partir de Cerezo de Abajo, la creta, rodeada por los materiales cuaternarios, toca en Mansilla, Cortos, Santa Marta, Castroserna de Abajo, Ventosilla, Valleruela de Sepúlveda y Rebollo, adelantándose en las colinas que se ven en estos parajes y desapareciendo en los valles; circunstancias que se repiten más á poniente en Arevalillo, Muñoveros, Caballar, Turégano y Otones, tanto que el sistema estratocristalino asoma en todas las barrancadas y limita la creta por completo en Torre Iglesias, Carrascal, Cuesta, Cubillo y Requijadas, hasta el ya citado lugar de Santiuste de Pedraza.

Dentro de esta superficie, que se acerca á 530 quilómetros cuadrados, se ven también el gneis y las micacitas en Pajares y Orejana, según hemos indicado á su tiempo, así como en otros puntos donde los derrubios han alcanzado á todas las rocas del terreno cretáceo y puesto de manifiesto el cimiento en que descansan.

Numerosos son los pueblos comprendidos en esta extensión cretácea, y diversas fallas y quiebras que allí existen han producido, entre otros fenómenos estratigráficos, la formación de numerosas cavernas.

Apenas separada de la mancha cretácea que acabamos de reseñar, se halla otra cuya superficie es de unos 200 quilómetros cuadrados conteniendo varios pueblos, y presentando sus linderos sinuosos en contacto con las rocas cristalinas de la sierra ó con las masas diluviales del llano.

Suponiendo que comenzamos á circunscribir la creta en Parral de Villovela, encontraremos que su perímetro sigue por Peñas Rubias, Adrada de Pirón, Losana, Santo Domingo, Basardilla, Brieba, La Higuera, Espirdo, La Lastrilla, Segovia, Ontoria, Madrona, La Losa, Ortigosa del Monte, Otero de los Herreros y Vegas de Matute, sin que en todo este trayecto vengan á confrontar con las cretáceas más rocas que el gneis ó el granito. En cambio, desde el último pueblo citado el terreno cuaternario es el que linda en Guijas Altas, Valdeprados, Torredondo, Valseca, Roda y Encinillas, donde vuelve á aparecer el granito, al que las capas cretáceas dan la vuelta por Bernuy de Porreros y La Mata de Quintanar, para tocar de nuevo al terreno diluviano hasta que llegan al río Pirón en el pueblo del Parral, donde hemos empezado á señalar el contorno.

A poniente de Vegas de Matute se hallan también rocas cretáceas entre el granito y el diluvium, en dos manchas que suman unos 12 quilómetros cuadrados, y otras tres más pequeñas, rodeadas por sólo terreno cuaternario, existen en Monterrubio, y entre Lastras del Pozo y Marugán, cuya superficie llega en conjunto á 700 hectáreas.

Desde Hoyuelos á Balisa, las arenas diluviales por el Sur y el cambriano por el Norte limitan una banda cretácea de cerca de 10 quilómetros cuadrados, y otro tanto sucede junto á Carbonero el Mayor: pero aquí la creta sólo se extiende en menos de 350 hectáreas.

Ya hemos dicho al hablar del sistema cambriano que al sur de Bernardos y Migueláñez existían capas de creta, por lo que ahora sólo añadiremos que la superficie que ocupan es de unos 6 quilómetros cuadrados.

Al mediodía de Zarzuela del Pinar, las rocas cretáceas se extienden en un ámbito de 800 hectáreas, apoyándose por el Este en las estratocristalinas y estando rodeadas en el resto por las arenas diluviales; terreno que casi por completo limita otra mancha cretácea que se extiende al norte de Lastras de Cuéllar en más de 5 quilómetros cuadrados, lindando por el Septentrión con el sistema mioceno.

Por fin, en el límite con la provincia de Soria la creta ocupa más de 1000 hectáreas en los términos de Santibáñez de Ayllón y Grado, descansando en las pizarras silurianas.

En todos los macizos que acabamos de indicar los sedimentos del período cretáceo han constituído dos series de rocas muy distintas, en posición horizontal generalmente, y siempre unas y otras en estratificación concordante. Tanto las superiores, que son calizas, como

las inferiores, que son sabulosas, ofrecen caracteres empíricos que las hacen distinguir con facilidad de las rocas análogas de otras edades que existen en la provincia de Segovia.

Los depósitos sabulosos de la base tienen un espesor casi constante que llega á 60 metros, y están formados por capas de areniscas deleznables de colores abigarrados y con elementos feldespáticos, es decir, por arcosas que, desagregándose fácilmente por las acciones atmosféricas, producen gran cantidad de arenas sueltas, habiendo casos en que, por predominar la parte feldespática, los residuos de la descomposición son un caolín bastante apreciable.

Las calizas que constituyen la parte más elevada del terreno son siempre arcillosas, fosilíferas á menudo, de colores claros, y, según se aproximan á las areniscas, se van cargando de sílice. El espesor de este grupo de rocas llega á 40 metros en algún sitio, pero en general no pasa de 10 ó 12.

Cuando los ríos y arroyos cruzan el terreno cretáceo, suelen formar grandes tajos escarpados de profundidad considerable, pues una vez derrubiadas las calizas, el arrastre de las arcosas es pronto y facilísimo.

Fenómeno es éste, de las hoces ó tajos, muy frecuente en todas las formaciones calizas de España, y en algunas partes, como en la Ciudad encantada de Cuenca y en el Torcal de Antequera, la desagregación ha ocasionado curiosísimos fenómenos en las rocas, que aparecen con figuras caprichosas, de lo que hay ejemplos, aun cuando en menor escala, en las cercanías de Sepúlveda con los mogotes á que dan el nombre de *Picozos.*

Nótase en la formación cretácea de Segovia que si bien las capas son en general horizontales, tienen principalmente en la comarca del Mediodía un buzamiento de pocos grados hacia el Norte, lo que parece indicar que aun después de sedimentados los materiales del sistema cretáceo, ha seguido el levantamiento del terreno con más intensidad en la sierra que en el resto del país, donde, sin embargo, se halla la creta á tal altitud, que nunca baja de 900 metros, y en el páramo de Grado pasa de 1400.

Son bastante abundantes los fósiles en las capas calizas cretáceas; pero poco variados y escasos los que se presentan en regular estado de conservación.

He aquí una lista de los que se han podido determinar:

Astræa sulcato-lamellosa................	Mich.
Cyclolites elliptica........................	Lamk.
Cassidulus minutus......................	Gold.
Nucleolites Requieni.....................	Desor.
Hemiaster Fournelli.....................	Desh.
Ostræa biauriculata......................	Lamk.
Lima intermedia.........................	D'Orb.
L. Rothomagensis.......................	D'Orb.
Pecten tricostatus........................	Bayle.
Avicula cenomanensis....................	D'Orb.
Mytilus alternatus.......................	D'Orb.
M. Ligeriensis............................	D'Orb.
Pinna compresa..........................	Gold.
Arca Ligeriensis.........................	D'Orb.
Astarte striata............................	Sow.
Radiolites squamosa......................	D'Orb.
Caprotina costata........................	D'Orb.
C. striata..................................	D'Orb.
Corbis rotundatus........................	D'Orb.
Cardium hillanum.......................	Sow.
C. Moutonianum.........................	D'Orb.
Rostellaria calcarata.....................	Sow.
Tylostoma Torrubiæ......................	Sharp.
Nerinea monilifera.......................	D'Orb.

De todas estas especies hemos recogido, en Zamarramala, *Astræa sulcato-lamellosa, Cassidulus minutus, Avicula cenomanensis, Mytilus alternatus* y *Radiolites squamosa;* en Segovia, *Nucleolites Requieni, Lima intermedia, L. Rothomagensis* y la *Astræa* y *Radiolites* de Zamarramala; en Aldehuelas y Ciruelos, *Cyclolites minutus, Ostræa biauriculata, Pecten tricostatus, Mytilus Ligeriensis, Prima compresa, Arca Ligeriensis, Cardium Moutonianum, Caprotina striata* y *Tylostoma Torrubiæ;* en Sepúlveda, *Cardita indt.* y *Cardium hillanum;* en Tabladillo, *Astarte striata, Corbis rotundatus, Rostellaria calcarata* y *Nerinea monilifera;* en Castro de Fuentidueña y Valdevacas, *Hemiaster Fournelli, Ostræa biauriculata* y *Caprotina costata;* en Bernuy de Porreros, *Nucleolites Requieni*, y, por fin, dientes de peces se hallan en Zamarramala y en Sepúlveda, así como otros restos fósiles indeterminables en varios puntos.

Aun cuando entre las especies citadas las de los *Equinodermos* y la *Lima Rothomagensis* se consideran por algunos paleontólogos como más modernas que las demás mencionadas, lo cierto es que en Segovia vienen unas y otras mezcladas, y el tramo *Cenomanense* de D'Orbigny resulta perfectamente caracterizado, es decir, que tenemos la parte inferior del verdadero sistema cretáceo tal cual hoy se considera por los principales geólogos.

DATOS LOCALES.

En la capital de la provincia la parte correspondiente á la antigua ciudad está edificada sobre las calizas cretáceas, blanco-amarillentas, con frecuentes oquedades rellenas de cristales de espato calizo algo ferruginoso, en bancos casi horizontales, con ligero buzamiento al N. y de espesor variable entre medio y un metro; unos muy tobáceos, otros más compactos y fosilíferos, estando separados entre sí por lechos gredosos algo rojizos.

Se apoya este tramo calizo, que no pasa de tener unos 10 á 12 metros, sobre las arcosas deleznables de colores vivos y constantes, en capas de 0'20 á 0'40 metros, con intercalaciones de arcillas abigarradas, nódulos ferruginosos, lechos calizos, etc.; pero dominando notablemente la parte sabulosa, blanca, amarilla ó rojiza, según puede verse en el camino de la Estación, donde cada 50 ó 60 centímetros se presentan hiladas de unos 20 centímetros de grueso de guijas del tamaño de un huevo de paloma. El espesor es muy constante, y como los cantos rodados son de cuarcita, es difícil explicar su existencia, pues mientras la masa procede indudablemente de acarreos de los restos del granito de la cordillera, los niveles de guijas hay que suponerlos originados por las cuarcitas silurianas que, como sabemos, no se encuentran hoy hasta llegar á la sierra de Ayllón.

Junto al Arrabal, en el sitio que denominan Charcas de la Piedad, las arcosas son menos silíceas; dominan las gredas y arcillas, que se explotan para obras de tejar, y encima se encuentran las calizas, con inclinación de unos 8° hacia el Norte.

En la izquierda del Eresma, por bajo del Alcázar, las calizas, primero tobáceas y después más duras y fosilíferas, se cargan de arena al tocar las arcosas amarillento-rojizas, dentro de las cuales existen cuevas á que sirven de techo las calizas arenosas; y análoga disposición se observa en las Peñas Buitreras que en la opuesta ori-

lla del río dominan el Santuario de la Virgen de la Fuencisla, y donde es fácil notar un buzamiento hacia el Norte, de pocos grados, en las capas que con altos tajos allí se presentan.

En el camino de Zamarramala, las areniscas feldespáticas de la base de la formación van haciéndose más calizas á medida que son más superiores, y así se vuelven más duras: encierran algunos restos fósiles, esencialmente dientes de peces, y encima se halla una greda ferruginosa, que tiene el aspecto de una tierra cocida, en capas de 3 á 4 centímetros de grueso separadas por lechos de caliza blanca pulverulenta, que apenas presentan medio centímetro de espesor, y que se repiten entre las litoclasas de la roca arenosa.

Lo cubren todo las calizas blancas, de grano fino, cavernosas y fosilíferas, siendo los restos más abundantes los de *Radiolites squamosa*, que, como de costumbre, aparecen en colonias tan numerosas, que en ciertos sitios la roca es sólo una aglomeración de estos fósiles.

Hay además *gasterópodos, bivalvas, corales*, etc., en estas capas fosilíferas, que en el pueblo suelen tener unos 30 centímetros de espesor, siendo amarillento-rojizas, blandas, y con lisos en que se suelen presentar costras concrecionadas, como si una parte de la roca hubiera sido disuelta por las aguas y depositada nuevamente por éstas.

Siguiendo desde Segovia la carretera provincial á Sepúlveda, en cuanto se cruza el río Eresma, el granito queda á la derecha, esto es, al Sur, mientras la creta constituye al Norte el cerro de La Lastrilla. Comienza aquí el sistema cretáceo por las arcosas abigarradas que ya conocemos, con un espesor de unos 40 metros; pero entre las rocas sabulosas hay un horizonte de arcillas refractarias, blancas, amarillentas y rojas, que se explotan desde muy antiguo, y se usaban ya en tiempo de Bowles en la Fábrica de cristales de La Granja.

Las arcosas de los bancos superiores son blancas ó rojizas, deleznables y muy silíceas, y las que existen por bajo de las arcillas son más variadas y coherentes, tanto que 2 quilómetros hacia Levante, por bajo de la ermita de Veladiez, constituyen almendrones compactos, ferruginosos, con algunas hojuelas de hierro micáceo.

Encima de las areniscas se presentan en capas muy bien regladas las calizas, que son arcillosas, amarillentas, con manchas rojizas pequeñas y de textura marmórea, semejantes á las de Buenache en la provincia de Cuenca. No existen fósiles, y las capas tienen todas

igual grueso, unos 50 centímetros, presentando litoclasas con lisos ferruginosos en que se destacan algunas dendritas. El espesor total del tramo calizo es de unos 20 metros.

En Bernuy de Porreros el granito queda cubierto por un tramo de unos 10 metros de arcosas, sobre el que se apoyan areniscas margosas, y, por fin, calizas, que se explotan en canteras bastante importantes.

En las que denominan *Canteras nuevas*, debajo de calizas compactas resquebrajadas, hay un banco de cerca de 10 metros de espesor de caliza arcillosa, algo silícea, de grano fino y color gris amarillento. En la roca se presentan litoclasas bastante regulares que cortan el banco dicho en toda su altura.

Dentro de la masa pétrea se encuentran drusas con cristales de carbonato cálcico bien desarrollados, unas veces sueltos y otras unidos y envueltos por una costra arcillosa, como producto de la segregación verificada al cristalizar la caliza.

Por bajo del banco de que se arrancan los sillares, hay un lecho de arcilla de unos 20 centímetros, y subyacentes 6 metros de areniscas arcillo-calíferas y 12 metros de arcosas que se apoyan en el granito.

Esta disposición se representa en el adjunto corte.



Fig. 9.ª—Corte de las canteras nuevas de Bernuy.

a.—Calizas compactas.
b.—Idem arenosas.
c.—Arcilla.
d.—Areniscas arcillosas.
e.—Arcosas.
f.—Granito.

Con análogas condiciones que en Bernuy se presenta el sistema cretáceo en La Higuera, Brieba, Losana y Peñas Rubias, sin otra diferencia sino que, tanto las calizas como las areniscas, suelen estar más teñidas por los óxidos de hierro, y en el tramo inferior se encuentran, como en La Lastrilla, arcillas refractarias.

En todos estos sitios las capas son horizontales ó muy poco inclinadas; y si bien varía el espesor de la serie caliza, no la de areniscas, como consecuencia natural de que si las primeras han podido ser arrastradas con desigualdad por los agentes exteriores, las arcosas han permanecido intactas, á pesar de su menor cohesión, por estar cubiertas y preservadas por los bancos de carbonato calizo.

La posición horizontal de los bancos de la creta se transforma en algún sitio de esta región, y donde más se acusa este cambio es en Vegas de Matute, según ya hemos dicho al hablar de las rocas cristalinas de aquel punto. Reproducimos, pues, la figura que entonces presentamos, y que será más fácil de comprender ahora.

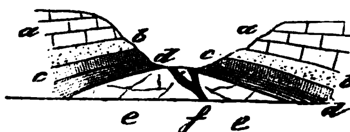


Fig. 10.—Corte del terreno en Vegas de Matute.

a a.—Calizas cretáceas.
b b.—Arcosas idem.
c c.—Calizas cristalinas.
d d.—Gneis.
e e.—Granito.
f.—Filones de pórfidos y dioritas.

En esta comarca las calizas son blancas, terrosas y en bancos de poco grueso, y entre las areniscas feldespáticas de la base del sistema hay numerosas concreciones tuberculosas de caliza blanca, á las que envuelven los cristales destrozados de cuarzo de la masa arenosa.

Dominan las calizas sobre las areniscas en el contacto de la gran banda de Pedraza con las rocas cristalinas de la sierra; pero en Reoyo se descubren bien las arcosas, que se manifiestan con toda su importancia en los linderos con el terreno cuaternario.

No deja de haber variaciones en unas y otras rocas: así es que en

Aldea de la Peña las calizas son semicristalinas, de color gris amarillento y fractura concoidea; y en Casla, blanquecinas, arcillosas, con venas y manchas de óxido de hierro en lo interior de las numerosas oquedades que presenta la roca.

Es marmórea la caliza de Pedraza, de color amarillento, con manchas moradas y numerosos restos fósiles, y en Caballar es arcillosa, de grano fino, compacta y de color róseo. En este lugar se explotan desde muy antiguo algunas canteras que dan sillares y losas excelentes, tanto que parte del pavimento de la catedral de Segovia está hecho con esta piedra.

Desde Arevalillo á Pajares de Pedraza, el tramo de las calizas tiene unos 20 metros, siendo las superiores blanquecinas y terrosas; y más compactas, en capas delgadas y rojizas, las inferiores. Suelen las primeras contener algunos fósiles y presentar tajos muy escarpados, en la base de los cuales asoman las arcosas abigarradas en que se pueden distinguir diversos horizontes de coloración.

Hay junto á Pajares, á la derecha del río Duratón, una falla, ó mejor dicho plano anticlinal, que es reproducción de algunos otros que existen en esta comarca, y merced á los cuales puede explicarse con facilidad la formación de las cavernas, según lo haremos al hablar del sistema diluvial.

El adjunto corte da idea de todo lo que acabamos de exponer.

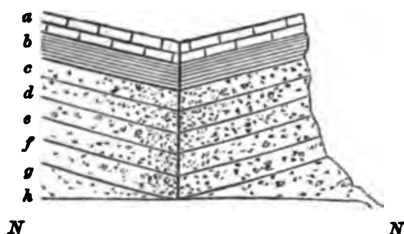


Fig. 11.—Corte del terreno cretáceo en Pajares.

a.—Calizas blanquecinas, resquebrajadas y fosilíferas, 10 metros.
b.—Calizas compactas en capas delgadas, 15 metros.
c.—Horizonte amarillo.
d.—Idem rojo.
e.—Idem morado.
f.—Idem blanco.
g.—Idem ferruginoso.
h.—Idem gris.
(*c.*–*h.*) Arcosas, 40 metros.
N. N.—Nivel del río Duratón.

En Sepúlveda las calizas cretáceas son de color blanco agrisado, fosilíferas y de textura terrosa en la parte superior, y debajo más compactas y semicristalinas, formando pliegues singularísimos de que da idea la adjunta figura, siendo de advertir que en este sitio no se ven las arcosas de la base de la formación.

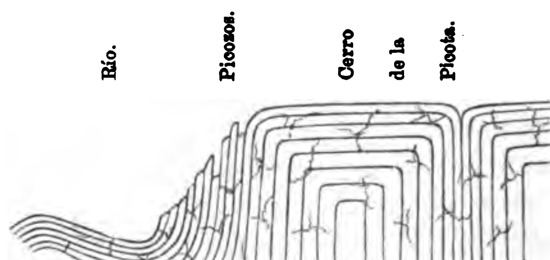


Fig. 12.—Corte de las capas cretáceas al E. de Sepúlveda.

Las capas verticales que se alzan en la izquierda del río, en el arrabal de Santa Cruz, forman curiosos mogotes á que dan el nombre de *picozos*, siendo el más notable el de la Fuente del Lorito, que representamos á continuación.



Fig. 13.—El picozo de la fuente del Lorito en Sepúlveda.

A.—Vista de frente.
B.—Idem lateral.

Este picozo tiene de altura unos 16 metros, más de 12 de ancho y unos 6 de grueso en la parte inferior, donde se ve á las capas que lo forman encorvarse hacia el Norte.

La dirección de éstas es de E. á O. próximamente; pero como los dobleces y pliegues se suceden con frecuencia y en corto trecho, el arrumbamiento varía hasta llegar á ser de E. 20° N. á O. 20° S., quedando un término medio de E. 8° N. á O. 8° S., con buzamientos sep-

tentrionales más fuertes que los australes, pues existen de ambas clases.

Al sur de Sepúlveda, en las márgenes del río Caslilla, el corte del sistema cretáceo es el siguiente:

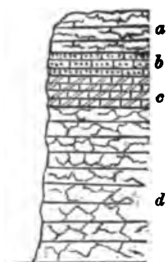


Fig. 14.—Corte del terreno cretáceo en el río Caslilla.

a.—Calizas compactas blanco-amarillentas, 7 metros.
b.—Idem arenosas id., 6 metros.
c.—Idem terrosas id., 8 metros.
d.—Idem cristalinas blancuzcas, formando tajos, 40 metros.

La textura y coloración de las calizas cretáceas varía bastante en la comarca, sobre todo en las capas superiores, y así es que en las canteras de Villar de Sobrepeña son semimarmóreas, de color amarillento rojizo, algo arcillosas y con restos detríticos de conchas fósiles. La piedra es excelente para la labra y aun la talla; y si bien en las canteras hay bancos que tienen más de 2 metros de espesor, lo regular es que no pasen de 40 á 60 centímetros, con lo que hay suficiente para los sillares que se usan en la localidad en impostas, jambas, dinteles, repisas, etc., después de una labor facilísima.

Desde Sepúlveda á Burgo Millodo, el río Duratón va encajonado entre altos tajos cretáceos de 100 metros de altura en algunos sitios, sin que se descubran las areniscas de la base del sistema por los muchos pliegues de las capas, de los que es un buen ejemplo el que representamos tomado á unos 3 quilómetros á poniente de la confluencia del Caslilla.

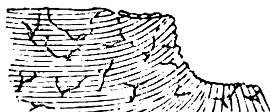


Fig. 15.—Capas cretáceas entre Sepúlveda y Burgo Millodo, á orillas del Duratón.

En la orilla derecha del mismo Duratón, antes de llegar á Burgo Millodo, hay un gran *picozo* en que las capas corren de NE. á SO., con buzamiento de 70° al SE., mientras que en los bordes de un gran circo, que allí ha formado el río, los bancos calizos tienen muy poca inclinación, según indica la adjunta figura, lo que puede explicarse por una falla ocasionada por presiones laterales.

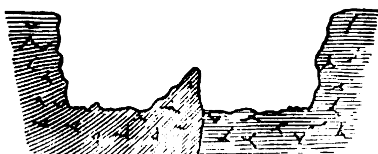


Fig. 16.—Picozo de Burgo Millodo.

Es también curioso el caso que á continuación representamos como existente en el mismo Burgo Millodo, donde las capas, horizontales en lo alto, se doblan septentrionalmente hasta llegar á tener una pendiente de 70° con arrumbamiento hacia el Norte.



Fig. 17.—Capas de caliza cretácea en Burgo Millodo.

Todos estos pliegues en las rocas cretáceas, así como la aparición poco más al Norte de terrenos más antiguos, son, á nuestro parecer, fenómenos relacionados con la transformación del carbonato de cal en el yeso que se halla en Tabladillo, en circunstancias que vamos á describir, siguiendo á D. Casiano de Prado, que estudió perfectamente el caso.

«En el valle de Tabladillo, 12 quilómetros al NO. de Sepúlveda, el terreno cretáceo contiene yeso en capas, ejemplo único conocido en España, y fuera de España sumamente raro; lo que ha movido á la Sección á estudiar aquel punto con algún detenimiento. En el referido valle, cuyas aguas se unen al Duratón junto á Carrascal del Río, y en el pueblo que llaman Valle de Abajo, la ladera del Norte se halla formada por capas verticales de caliza cretácea, mientras en la opuesta sólo buzan 5 ó 6 grados al S. por efecto de un doblez; cir-

cunstancia que se observa en varios puntos de la provincia. Todas las capas son calizas, de color casi blanco, á veces un poco gris ó amarillento; pero en una cañada agria que desde el mismo pueblo sube hacia el norte, se ven asomar tres capas de yeso alternando con las de carbonato de cal, que ofrecen allí un espesor de 70 á 80 metros, sin que se descubran las más inferiores. Es de advertir que el yeso se halla á bastante distancia de la línea en que las capas calizas varían de inclinación y se levantan de repente hasta la vertical, sin que por aquellos contornos se descubra ninguna roca plutónica y la caliza muestre indicios de metamorfismo. El yeso, sin ser un verdadero alabastro, es de color blanco ó gris muy claro, transluciente y de gran pureza, no habiendo yeso negro, ni las variedades fibrosas ó de grandes hojas transparentes.

»En la masa de yeso no hay ninguna parte de caliza, ni en el contacto de las dos materias se ha visto que hubiese tránsito de una á otra. En algún punto en que la unión es muy íntima, el yeso, primero de grano fino y después lamelar, presenta en el contacto superficies arriñonadas que se engastan en la caliza; y ésta, que es de color gris, examinada con los reactivos, ha dado algún sulfato de cal que ha penetrado en venas sumamente finas.

»El yeso sólo es conocido en la corrida de 3 á 4 quilómetros, y es difícil saber si se extiende más en longitud, mientras que en latitud termina á unos 200 metros, según se ha visto en las excavaciones subterráneas que se hacen para la explotación, y cuyas excavaciones se sostienen dejando pilares, aun cuando es muy común ver al aire el pendiente de caliza en espacios de 10 y 12 metros, por lo cual son frecuentes los hundimientos y consiguientes desgracias.

»Separadas las tres capas de yeso por dos de caliza, éstas van adelgazándose hasta desaparecer, y el yeso se funde en una sola, que concluye de repente con 80 centímetros de espesor, de la manera que indica la figura adjunta, en la cual *a*, *a* representa la caliza y *b* el



Fig. 18.—Formación yesosa del valle de Tabladillo.

a a.—Calizas cretáceas.
b.—Bancos yesosos.

banco de yeso que deja un hueco pequeño en la parte inferior, donde sólo se ha visto alguna cristalización del mismo yeso en tablas cruzadas con arcilla muy roja.

»En otra mina no hay hueco alguno al concluir el yeso; pero éste se halla convertido en una masa de cristales blancos, microscópicos, apenas adheridos los unos á los otros, de forma que entre los dedos se convierten con la mayor facilidad en una suerte de arena que en el país emplean como polvos de salvadera.»

La cuestión de saber si este yeso ha sido formado al mismo tiempo que el terreno en que se halla, ó si no es más que una transformación del carbonato de cal, sugiere algunas reflexiones al Sr. Prado; pero prescindiendo de ellas, nosotros admitiremos que el segundo caso es el que ha tenido lugar, según más adelante explicaremos, y con ello veremos justificados los grandes cambios estratigráficos de las formaciones comarcanas.

En el mismo valle de Tabladillo hay un pliegue en las capas cretáceas, y un *picozo* muy extenso, según se indica en el siguiente corte, á través del valle:

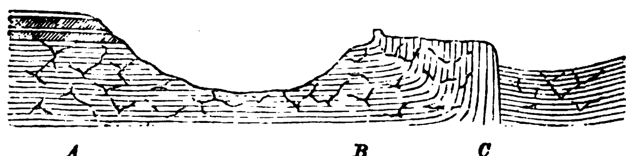


Fig. 19.—Terreno cretáceo en valle de Tabladillo.

A.—Sitio donde aparecen los yesos.
B.—Picozo.
C.—Falla.

Se ve, pues, que las rocas calizas se doblan como en Burgo Millodo, y la falla separa aquí las capas plegadas, de las horizontales del páramo de Aldehuela y Villaseca.

Saliendo de Sepúlveda, hacia el Este, las calizas blancas tienen sus capas en Olmillos con un buzamiento de 10° al SO., siendo silíceos los bancos superiores, y terrosos y con restos fósiles los inferiores; es decir, que existe la misma disposición que en las márgenes del río Caslilla, descubriéndose las areniscas en Navares, donde hay capas suficientemente duras para poder emplearse como piedras amoladeras.

En Ciruelos, la disposición y caracteres de las calizas cretáceas

son los mismos que en Olmillos; pero hay algunas que pueden considerarse como zoógenas: tal es la cantidad de restos de conchas que contienen. Lo alto de la formación está constituído, hasta El Moral y Fuente Mizarra, por una brecha caliza de color blanco amarillento, en la que no existe fósil alguno.

Al N. de Ciruelos, antes de llegar á las capas de cuarcita del sistema siluriano, aparece, bajo las calizas, el tramo de las arcosas cretáceas, con un espesor que no pasa de 12 metros y con los colores abigarrados de costumbre; horizonte sabuloso que se desarrolla mucho más hacia levante en Villaverde y Valdevacas. En este último sitio los bancos de la creta buzan hacia el septentrión unos 20 grados, lo mismo que en Linares, y quedan cubiertos en estratificación discordante por las margas y yesos terciarios en capas horizontales.

En el valle del Riaza hay también pliegues y quiebras de las capas cretáceas, y más abajo de Montejo asoma un *picozo* en el cual los estratos buzan 60° al N.

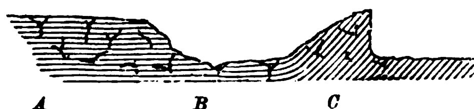


Fig. 20.—Corte del terreno cretáceo en el valle del Riaza.

A.—Páramo.
B.—Río de Riaza.
C.—Picozo de Montejo.

Pasando al borde occidental de la mancha cretácea de Sepúlveda, aún hemos de señalar las calizas blanquecinas con venas rojas, muy cavernosas y semi-cristalinas de Fuente Piñel y Fuentidueña, siendo amarillentas en San Miguel de Bernuy y Cobos de Fuentidueña, donde cubren á las arcosas con buzamiento al Norte é inclinación de unos 10 grados.

Respecto á las reducidas zonas que á su tiempo hemos señalado como existentes en el occidente de la provincia, bastará digamos que en Ituero, Lastras del Pozo, Laguna Rodrigo y Carbonero el Mayor existen las calizas y las arcosas, estas últimas sustituídas á veces por gredas compactas, mientras que en Zarzuela del Pinar y Lastras de Cuéllar únicamente se descubre el tramo de las calizas.

Nos queda sólo que añadir algunas palabras referentes á las circunstancias del terreno cretáceo en el lindero de la provincia de So-

ria. Allí las calizas se presentan á gran altitud, pues pasa de 1400 metros, y, no obstante, las capas son horizontales, formando un extenso páramo en el término de Grado. Sin embargo, entre Francos y Esteban Vela hay en el río un asomo de calizas cretáceas que apenas tienen 300 metros de largo por 100 de ancho, por cuya pequeñez no figuran en el Mapa, y los estratos aparecen con inclinación de 70 grados al Oeste, mientras el terreno mioceno se ve alrededor en capas horizontales según indica la adjunta figura.

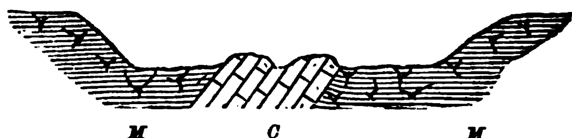


Fig. 21.—Corte del terreno entre Francos y Esteban Vela.

C.—Capas cretáceas.
M M.—Idem miocenas.

ORIGEN, TRANSFORMACIÓN Y USOS DE LAS ROCAS CRETÁCEAS.

Las masas sabulosas que constituyen la base del sistema cretáceo de la provincia de Segovia, reconocen por origen acciones mecánicas, unas veces violentas y de gran fuerza, como son necesarias para formar los conglomerados de elementos voluminosos que hay en algunos lugares; otras veces más tranquilas y de una acción muy uniforme, como es preciso para llegar á producir, á expensas de los granitos, las areniscas feldespáticas que con tan gran espesor se presentan, viniendo circunstancias accidentales á abandonar, en medio de una sedimentación casi invariable, guijas bastante grandes.

Si al mismo tiempo que se producían los bancos arenosos, manantiales ferruginosos aportaban sus productos, se comprenderá la coloración que en ocasiones presentan aquéllas y cuyos tintes varían con el cambio de hidratación y oxidación del hierro.

En cambio, para la formación de la serie de capas calizas que coronan el sistema cretáceo, hay que admitir reacciones y segregaciones entre los cuerpos que acompañan á las aguas sedimentadoras, para lo cual puede haber contribuído grandemente la vida orgánica, evidente por los fósiles que hoy se encuentran, en los mares cretáceos.

Grandes espacios de tiempo han debido los fenómenos productores de los sedimentos conservarse inalterables, cuando vemos ban-

cos de caliza de composición uniforme y sin división alguna alcanzar un espesor de 10 y 12 metros; y si en algunos casos, en vista de los granos de cuarzo y de las venas ferruginosas que se hallan en las calizas, quisiéramos suponer que éstas habían sido originadas por arrastres de rocas análogas preexistentes, la textura y la existencia de fósiles nos obligaría á considerarlas como rocas pelágicas, tanto más cuanto no podríamos perder de vista que, cual hoy sucede en el fondo de los océanos, los sedimentos, más que á acciones mecánicas, son debidos á reacciones químicas y orgánicas. De todos modos, y aun suponiendo gran actividad en los agentes productores, siempre resultará como duración del período cretáceo de Segovia un espacio de tiempo verdaderamente asombroso, sobre todo para la formación de los bancos de caliza.

Fenómenos metamórficos han obrado también sobre las capas del sistema cretáceo, acusándose por cambios de textura, formación de oquedades, existencia de nódulos ferruginosos, filones y dendritas de óxido de hierro, y, por fin, aun cuando sean de diversa especie, son también efectos del metamorfismo las litoclasas y fallas que se descubren en las rocas; á todo lo que debemos añadir las acciones geodinámicas que han contribuído al levantamiento, curvatura y pliegues de que tan numerosos ejemplos hay en el país, según hemos, sucesiva y respectivamente, venido citando.

Entrando ahora á explicar el origen del yeso dentro de las capas cretáceas, seguiremos la opinión de los que admiten que este mineral no es más que una transformación de la caliza, para lo cual basta que manantiales sulfurosos, ó de aguas que lleven en disolución sulfatos alcalinos, surjan con temperatura no muy elevada entre rocas margosas ó calizas, para obtener primero una descomposición y en seguida una precipitación de yeso.

Esto parece confirmarse en las circunstancias con que el sulfato de cal se presenta en el valle de Tabladillo, pues allí no hay manifestaciones de rocas hipogénicas, y el yeso forma una masa de cristales microscópicos, mal adheridos unos con otros, cual se producen en las precipitaciones químicas cuando hay líquidos saturados de sales diversas.

Aceptando semejante origen para las capas yesosas, podremos, siguiendo al eminente sabio Elie de Beaumont, explicarnos los fenómenos de levantamiento y pliegues de las capas de toda aquella comarca.

En efecto, si suponemos que cada átomo de carbonato cálcico se

transforme en otro de yeso, ó sea sulfato cálcico con dos equivalentes de agua, como el peso de la primera sal es 50 y el de la segunda 86, cada metro cúbico de caliza, cuyo peso absoluto es de 2700 quilogramos, habrá producido 4644 quilogramos de yeso, y como el yeso específico de éste es 2,31, los 4644 quilogramos representarán un volumen de 2,01 metros cúbicos; es decir, que al transformarse la caliza en yeso, el volumen que resulta es más del doble del primitivo.

No es, pues, extraño que verificada tal reacción y consiguiente aumento de volumen se hayan producido los pliegues y levantamientos que se ven en el país, pues el fenómeno es de tal energía, que basta para darse cuenta de los mayores resultados dinámicos, sin más que considerar que con sólo un aumento de 8 por 100 que tiene el agua al pasar del estado líquido al sólido, trece veces menor que el que resulta al transformarse la caliza en yeso, es bastante, según experimentos verificados en San Petersburgo, para hacer saltar los cañones de la artillería.

Sir Ch. Lyell, en sus últimos estudios, ha hecho también constar que los cambios de volumen, que indefectiblemente se producen en las rocas por las fuerzas físico-químicas, ó sean los fenómenos del metamorfismo, son las causas principales de los pliegues y cambios de buzamiento tan frecuentes y diversos que existen en todos los sistemas geológicos, y que de una manera tan palpable, añadiremos nosotros, se ven en el cretáceo del partido de Sepúlveda.

Ya sabemos qué clase de rocas son las que esencialmente constituyen la formación cretácea de la provincia: calizas y areniscas; elementos geognósticos que pueden recibir aplicaciones, si no muy variadas, de verdadero interés.

Las arcosas ó areniscas feldespáticas podrán usarse como abonos minerales donde la sílice ó la arcilla escaseen, aun cuando esto no es frecuente en el país; las gredas y arcillas que vienen intercaladas con aquellas rocas hemos indicado que se usan en alfarería y en las fábricas donde necesitan productos refractarios, y las arenas procedentes de la desagregación de las arcosas, además de tener excelente empleo en las argamasas, sirven, cuando son puras, para la fabricación del vidrio y aun como esmeril.

Las calizas cretáceas constituyen una excelente piedra de construcción, y así es que de esta roca se explotan canteras en muchos puntos de la provincia.

La mayoría de estas calizas son más ó menos arcillosas, y ya el Sr. Prado en 1855 consignaba su cualidad de hidráulicas, prometiéndose practicar ensayos, que al fin no sabemos verificase. Nosotros hemos hecho algunos con las rocas pertenecientes á las principales canteras, y las proporciones de cal y arcilla en 100 partes son las siguientes:

	Carbonato de cal.	Arcilla.
Calizas de las canteras de Carbonero el Mayor.	93	7
Idem de id. de Zamarramala	90	10
Idem de id. de Higuera	89	11
Idem de id. de Pedraza	87	13
Idem de id. de Bernuy	83	17
Idem de id. de La Lastrilla	82	18
Idem de id. de Caballar	80	20
Idem de id. de Segovia	79	21
Idem de id. de Villar de Sobrepeña	77	23
Idem de los cerros de La Fuencisla (Segovia)..	71	29

Resulta, pues, ateniéndonos á la clasificación de M. Vicat, que las calizas de Carbonero el Mayor y Zamarramala son poco hidráulicas; algo las de La Higuera y Pedraza; hidráulicas las de Bernuy de Porreros y La Lastrilla; muy hidráulicas las de Caballar, Segovia y Villar de Sobrepeña, y debe considerarse como cimento la de La Fuencisla.

Hay que hacer presente, sin embargo, que en una misma localidad hay diferencias muy notables en la composición, según la capa que se examine; pero á simple vista se puede casi siempre conocer qué rocas son arcillosas y cuáles no.

Tanto en el valle de La Tejadilla como en el cerro de La Piedad, en el término de Segovia, se arrancan calizas que producen cal común para las obras de la ciudad, y una variedad de ella es la llamada *tierra de Segovia*, que sirve para limpiar metales.

Las canteras de Zamarramala y La Lastrilla dan, además de piedra para la fabricación de cal, una caliza semi-marmórea de que pueden sacarse buenos sillares, aun cuando no se emplea sino en mampostería.

En Bernuy y La Higuera existen desde tiempo inmemorial bue-

nas canteras, de donde se asegura procede la piedra empleada en la construcción del Alcázar y de la Catedral de Segovia. El metro cúbico cuesta hoy por arranque y desbaste unas 12 pesetas, y casi el doble vale la conducción á la capital.

Son también conocidas desde antiguo las canteras de Caballar, explotándose diversas variedades de caliza, desde la más ordinaria, con aplicación sólo á la fabricación de cal, hasta la más fina y de color róseo, que se presta perfectamente á la labra. El pavimento de la Catedral de Segovia está hecho con esta piedra en losas de cerca de un metro cuadrado, alternando con las de color blanco procedentes de La Higuera y las negras traídas de cerca del Paular, resultando un efecto precioso.

En Carbonero el Mayor, La Lastra, Vegas de Matute, Pedraza, etc., hay canteras más ó menos importantes, que se benefician para arrancar mampuestos ó piedra para cal, y esto mismo se hace en todos los pueblos donde se presenta la formación cretácea.

Las mejores canteras de la provincia, y aun pudiera decirse de gran parte de España, son las que existen en Villar de Sobrepeña, cerca de Sepúlveda. La piedra es de color sonrosado, textura compacta, grano fino, propia para sillería y aun para la escultura, de labra fácil y que apenas gasta la herramienta, lo que se comprende bien, pues es una caliza arcillosa más elástica que dura.

Se conserva perfectamente después de labrada, y por los edificios antiguos donde se ha empleado se viene en conocimiento de que no es heladiza, y cuando sufre frecuente roce casi se pulimenta como un mármol. El precio del metro cúbico en las canteras es de unas 20 pesetas, y el conducirlo, labrarlo y sentarlo en las obras de Sepúlveda se valúa en 60 pesetas más.

Cuando se construya el ferrocarril de Segovia á Burgos, pasando por Sepúlveda, la piedra de Villar de Sobrepeña será muy buscada y preferida á la mayor parte de las hasta ahora usadas en Madrid.

El algez de Tabladillo se explota con buenos resultados para surtir á una extensa comarca; se extrae, como hemos indicado, por medio de galerías, y esta industria es de grandísimo interés en la localidad.

Aún debemos mencionar el *tobizo*, que así denominan en el país una especie de magnesita basta, de color parduzco, que se corta fácilmente con la navaja cuando sale de la cantera; es muy refractaria, y por eso se hacen con ella hornillos y barras para sujetar la

lumbre, en Carrascal del Río, Migueláñez y, sobre todo, en Valseca, desde donde aquellos objetos se exportan á los pueblos circunvecinos.

Basta con lo dicho para comprender la gran importancia industrial de los materiales cretáceos de la provincia de Segovia, que es evidente ha de aumentar en cuanto, facilitándose los medios de transporte, puedan con economía llevarse á puntos más lejanos que en la actualidad.

ÉPOCA TERCIARIA.

SISTEMA MIOCENO.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Unos 750 quilómetros ocupan en el territorio segoviano los materiales del sistema mioceno, constituídos á expensas de depósitos en aguas dulces, según acreditan los fósiles que se hallan entre las capas casi siempre horizontales.

Se extienden las rocas terciarias por todo el lindero septentrional de la provincia, fuera de un corto trecho al norte de Onrubia, donde quedan de manifiesto elementos geognósticos más antiguos. Los miocenos continúan formando casi todo el límite oriental de las tierras segovianas, y aparecen además en dos ó tres puntos al oeste del país.

Hay, pues, dos manchas principales y otras casi insignificantes. La primera de ellas, y cuya superficie se acerca á 600 quilómetros cuadrados, podemos suponer comienza en la confluencia de los ríos Cega y Pirón, siguiendo su límite en contacto con el terreno cuaternario por Chañe á buscar la orilla derecha del río Cerquillo, por el cual sigue, frente á Cuéllar hasta Dehesa Mayor, continuando al E. por Frumales y Perosillo, volviendo á Ontalvilla y remontándose hasta Torrecilla del Pinar y Fuentepiñel. Aquí las capas miocenas empiezan á descansar sobre las cretáceas, y el lindero entre unas y otras se establece con numerosas vueltas en Valles de Fuentidueña, Fuentidueña, Tejares, Torre Adrada, Aldehorno y Onrubia, por más que en la última parte arrastres diluviales oculten el verdadero contacto de las dos formaciones citadas. Desde Onrubia las rocas terciarias se apoyan en las estrato-cristalinas hasta el límite de la provincia, donde por el Norte suponemos terminado el terreno mioceno, aun cuando adquiere gran desarrollo en el territorio de Valladolid y Burgos, fuera ya de nuestro estudio.

Dentro de la superficie así limitada hay multitud de pueblos, sobresaliendo entre ellos la villa de Cuéllar, que después de la capital es la población más importante de la provincia de Segovia.

En la cuenca del Riaza es donde se desarrolla la segunda mancha de materiales miocenos, y su perímetro se señala al este de las rocas estrato-cristalinas de Onrubia lindando con la creta de Valdevacas, Villaverde, Montejo de la Vega, Linares y Maderuelo, continuando desde aquí por la derecha de los ríos de Riaza y de Ayllón, mientras en la izquierda queda el terreno cuaternario, hasta que en Esteban Vela asoma el trías y poco más arriba el siluriano de Santibáñez.

El resto del contorno está constituído por los linderos de la provincia, por más que las rocas terciarias se internan en territorio de Soria y Burgos. Hay, pues, aquí una superficie correspondiente al sistema mioceno de unos 150 quilómetros cuadrados.

En el poniente de la provincia, en los alrededores de Coca, la formación miocena sólo sale á la superficie en una extensión de unas 400 hectáreas; pero en el subsuelo se desarrolla mucho más, según se puede observar en los cortes de los ríos y arroyos desde Moraleja, Santiuste, Bernuy de Coca, Villagonzalo, Ciruelos y Villeguillo por el Oeste, y hasta el río Pirón por el Este; mas la existencia de la masa diluvial que cubre el país impide que el terreno terciario figure en el Mapa con mayor superficie que la señalada.

Las rocas terciarias se encuentran además en uno ó dos asomos entre el cuaternario, junto á la creta de Montérrubio, en una extensión de unas 200 hectáreas.

Sabida es la disposición general que en tres tramos, formados cada uno por diversas capas, presentan los terrenos terciarios de agua dulce de la Península ibérica, dominando en el superior las calizas; en el central las margas, gredas, arcillas y yesos, y en el inferior los maciños y almendrones: no se apartan de esta regla general los sedimentos miocenos de la provincia de Segovia, si bien hay variaciones locales que en nada afectan al conjunto general.

Está constituído el suelo exclusivamente por calizas en todas las mesas del norte del país; domina el tramo arcillo-yesoso en los valles de esta región y á orillas del Riaza, y, por fin, las rocas sabulosas se ven en las vertientes de la sierra de Ayllón.

Los caracteres generales de cada uno de los tres grupos de rocas pueden resumirse así:

Las calizas, unas veces blanquecinas, otras grises, anteadas ó roji-

zas, suelen ser silíceas y cavernosas en bancos de poco grueso, dando un espesor total que varía entre 2 y 50 metros, siendo muy raro este último límite.

Aunque mal conservados, no son raros los fósiles de agua dulce en estas rocas, y parecen corresponder á la parte superior del sistema mioceno.

En ciertos sitios las calizas contienen nódulos silíceos, y entonces son arcillosas y magnesianas, lo cual parece indicar que acciones metamórficas han actuado con cierta intensidad sobre la formación.

El tramo arcillo-yesoso se presenta con bastante variedad en su composición y colorido, dominando en unos sitios el algez blanco y en otros las margas, las arcillas ó las gredas de diversos colores; pero los dos primeros elementos son los más abundantes, siendo de notar que en ciertos sitios, entre las capas arcillosas, se encuentran nódulos de pedernal y semiópalo. El algez se presenta rara vez cristalizado, y lo más frecuente es hallarlo en masas compactas ó terrosas.

Dentro del grupo de rocas que ahora citamos hay á veces algunas capas de caliza arcillosa, que cuando más tienen 60 centímetros de espesor, con estratificación perfectamente determinada, lo que no sucede con las gredas, arcillas, margas y yesos del mismo grupo, que llega á tener más de 50 metros de espesor en bancos y lentejones más ó menos seguidos.

En cuanto á las rocas sabulosas, son de cimento arcillo-calífero, es decir, que constituyen verdaderos maciños, cuyo grano es bastante variable, así como el color rojo es también más ó menos intenso. No excede de unos 20 metros el espesor del tramo silíceo de la base del sistema mioceno.

Queda indicada la existencia de datos paleontológicos que permiten fijar la edad de las capas que consideramos, pues si los restos de *Lymneas*, *Paludinas* y *Planorbis* que ordinariamente se presentan en el territorio segoviano son de muy difícil clasificación específica; como en las mismas capas, dentro de la provincia de Valladolid, hemos recogido fósiles en mejores condiciones, podemos desde luego establecer se trata del sistema mioceno.

Los mismos fósiles demuestran que los materiales en cuestión corresponden á depósitos verificados dentro de aguas dulces, siendo sabido que el territorio donde hoy se encuentran formó parte del fondo de uno de los extensos lagos que existieron en España durante la época terciaria, y que, elevados á gran altura por las fuerzas

endógenas, fueron á desaguar, probablemente, por los cauces de los principales ríos de nuestra Península.

No hemos de repetir aquí las consideraciones que acerca del particular quedan expuestas en nuestra Memoria de la provincia de Cuenca; pero sí indicaremos que el tiempo en que este hecho tuvo lugar fué al final del período mioceno, al propio tiempo que se accentuaban los levantamientos del sistema denominado, por Elie de Beaumont, tri-rectangular volcánico, uno de los últimos movimientos de la superficie terrestre, y casi de seguro el que dió el relieve y configuración dominante hoy en la Península ibérica.

Tal es, en pocas palabras, el conjunto de los caracteres con que se presenta en la provincía de Segovia el sistema mioceno, sin que sea necesario insistir en su confirmación, pues para esto servirán los detalles particulares que á seguida exponemos.

DATOS LOCALES.

Se presenta el sistema mioceno en Cuéllar constituído por calizas semi-marmóreas, de color blanco amarillento, fractura desigual y concoidea, textura compacta, con algunas oquedades llenas de cristales de carbonato de cal, y en otros puntos con dendritas de óxido de hierro. Viene la roca, que es muy tenaz, en bancos horizontales de 2 y 3 metros de grueso y sin fósiles, y el espesor del tramo calizo pasa aquí de 50 metros, pues se le ve desarrollarse desde las márgenes del río Cerquillo hasta el lindero de la provincia, en los altos de la ermita de Nuestra Señora del Henar.

Muy cerca de esta ermita, á 4 quilómetros al norte de Cuéllar, hay buenas canteras de caliza blanca compacta, de sonido campanil, pudiendo extraerse piezas de grandes dimensiones útiles para sillería y talla. Es una piedra semejante á la de Campaspero, tan usada en Valladolid, y, según un análisis cualitativo, contiene carbonato de cal como substancia dominante, algo de magnesia, y sílice y alúmina combinadas. En las mismas canteras hay bancos más arcillosos donde abundan los restos de *Planorbis*, *Lymneas* y *Bithynias*.

Por bajo de las calizas se extiende el tramo arcillo-yesoso, según se ve en Chañe y La Dehesa, siendo las arcillas de colores claros, á menudo mezcladas con sílice y caliza, constituyendo gredas y margas, y presentándose el algez especular, con que se fabrica yeso de primera calidad.

Entre las margas de la aldea de Escarabajosa, á 3 quilómetros al este de Cuéllar, hay un horizonte, de unos 3 metros de espesor, de pedernal gris rojizo, textura compacta y fractura concoidea, que puede considerarse como un tránsito á los jaspes, pues apenas es trasluciente en los bordes.

Disposición semejante á la de la comarca de Cuéllar es la que ofrece el sistema mioceno en todo el lindero con Valladolid, quedando siempre el tramo calizo en los páramos, y viéndose las margas en los barcos y *cotarros*, ó laderas de éstos, abiertos por las corrientes de aguas.

También entre las gredas y arcillas de Sacramenía, Laguna de Contreras y Perosillo hay pedernal abundante y poco transparente, que á veces parece sólo una caliza sumamente silícea.

En esta región se confirma el origen lacustre de las rocas, viendo los restos fósiles de gasterópodos pulmonados, que abundan en Frumales, Ontalvilla, Membibre, Laguna de Contreras, Fuente Soto, Olombrada, etc.

Entre Montejo de la Sierra y Linares las calizas miocenas son blanquecinas y terrosas, apoyándose sobre el tramo margoso, donde existen tres gruesos bancos de algez que se explotan para la fabricación del yeso y aun para baldosines los trozos más compactos, de grano fino y estructura tabular, condiciones que producen un alabastrites de color gris claro.

Las rocas terciarias tienen aquí más de 60 metros de espesor, y se presentan en capas horizontales ó muy poco inclinadas, mientras que las del sistema cretáceo en que descansan aparecen con buzamientos bien pronunciados.

En Maderuelo las capas calizas superiores son también horizontales, de color blanco amarillento, semi-marmóreas, de grano fino y con oquedades correspondientes tal vez á fósiles desaparecidos, y los bancos inferiores son fosilíferos y más terrosos, como indicando la proximidad del horizonte margoso, que, sin embargo, no asoma á la superficie.

La disposición del sistema mioceno es la misma en Aldelengua de Santa María; pero en algunos sitios el cuaternario cubre las calizas terciarias, y en otros asoma el tramo margoso con grandes nódulos de pedernal.

Continúan dominando las calizas en Languilla y Mazagatos, siempre en la derecha del río, teniendo las capas en esta comarca alguna

inclinación hacia el SE. En el último pueblo las calizas son semimarmóreas, de color gris, con venas anteadas, algo cavernosas, estando las oquedades, que son prolongadas y de poca amplitud, dispuestas en la misma dirección que las venas citadas, es decir, que en estas rocas se presenta una serie de filoncillos muy repetidos y próximamente paralelos.

En Ayllón, habiendo desaparecido las calizas y margas, se presentan las areniscas arcillo-calíferas de grano mediano y con algunas partículas de mica, y esta misma roca es la que continúa por Francos y Esteban Vela, si bien entre estos dos pueblos asoma el sistema cretáceo en un corto trayecto, según hicimos constar á su tiempo, reproduciendo ahora el corte del terreno.



Fig. 22.—Corte del terreno entre Francos y Esteban Vela.
C.—Capas cretáceas.
M M.—Idem miocenas.

Hay además al este de Esteban Vela un asomo de rocas triásicas que se interna, como ya se ha dicho, en la provincia de Soria.

Subiendo hacia Santibáñez de Ayllón, los elementos de la arenisca miocena son más voluminosos, hasta constituir un verdadero almendrón, con cantos poco rodados de cuarzo, cuarcita y caliza, cimentados por una pasta arcillosa de color rojo parduzco, alcanzándose así la base de la formación, precisamente en el sitio donde se encuentra á mayor altitud, y donde la inclinación de las capas pasa de 10 grados hacia el Este, al apoyarse en estratificación discordante sobre las pizarras silurianas.

Representan el sistema mioceno en Coca y en las márgenes de los ríos de aquella comarca, margas arcillosas de color pardo, gris ó azulado, en capas horizontales de espesor desconocido, pues ni se ve el tramo de los maciños, ni ha quedado resto alguno del de las calizas, sin duda arrastradas cuando se constituyó el terreno diluvial que en toda esta región tapa casi por completo al mioceno.

Por fin, á poniente de Monterrubio las rocas terciarias que asoman en la superficie del terreno son calizas blancas, con manchas rojizas, muy arcillosas, de grano fino y textura terrosa.

ORIGEN, TRANSFORMACIONES Y USOS DE LAS ROCAS MIOCENAS.

Claro es que los almendrones y areniscas terciarias deben su origen á fenómenos mecánicos, merced á los cuales los elementos que forman aquellas rocas han sido arrastrados desde los terrenos más antiguos de la periferia de la cuenca en que se hallan, y respondiendo el tamaño de los materiales á la mayor ó menor velocidad de las corrientes que los condujeron.

Más difícil es explicar la formación de las margas, gredas y yesos del tramo medio del sistema, pues si unos autores admiten que no son sino el resultado de acarreos, otros sostienen que su producción sólo se entiende haciendo actuar en las aguas en que se constituyeron, potentes erupciones geiserianas que ocasionaron reacciones y sedimentaciones variadísimas, viniendo más tarde, por la acción de fuerzas electro-telúricas, á agregarse las distintas substancias primeramente diseminadas y confundidas.

Creemos nosotros que sin duda los fenómenos dinámicos han sido los dominantes; y si bien, después de constituídas las margas, manantiales sulfurosos han podido, como en el período triásico, transformar en yeso la caliza de las margas, al propio tiempo se habrá producido una separación de arcilla pura, que es precisamente lo que ocurre en distintos sitios de la provincia, y hasta en aquellos lugares donde los cristales de yeso son voluminosos y aislados, como habiéndose originado bajo la acción de fuerzas moleculares segregadoras, la arcilla los rodea y se concentra entre las cristalizaciones.

De todos modos, estas reacciones no han podido tener gran importancia, pues son incompatibles con la vida orgánica, claramente justificada al constituirse las rocas de que hablamos.

En cuanto á la procedencia de las calizas, parte podrá considerarse como resultado de arrastres de rocas preexistentes de la misma clase, y el resto se deberá á precipitación del carbonato de cal que en disolución llevasen las corrientes, á beneficio de un exceso de ácido carbónico y que se perdía bajo la acción del aire y de los fenómenos biológicos.

Para justificar la idea de que todos estos depósitos son lacustres, basta recordar los fósiles que se hallan entre sus capas; y teniendo en cuenta las condiciones en que actualmente viven la mayoría de las es-

pecies de los moluscos *Lymneas* y *Planorbis*, cuyos restos se ven en las calizas de Segovia, resultará que estas rocas se han producido en un lago poco profundo, de aguas dulces y con cierta corriente, donde abundaban las plantas acuáticas, en cuyas hojas encontraban pasto abundante aquellos animales.

Hay que admitir, en cambio, que las rocas margosas donde los fósiles son *Bithynias* y *Planorbis* casi discoidales, se han formado en aguas dulces, muy tranquilas y con suficiente profundidad, donde entre fondo de légamo se arrastraban aquellos seres.

Basta con esto para deducir que los terrenos terciarios del centro de España se han formado dentro de lagos de agua dulce, en cuyo fondo hubo primeramente sedimentaciones arenosas y azóicas, por la rapidez de los acarreos; siguieron á éstas depósitos fangosos, entre los que se presentó ya una fauna poco variada, como se comprende teniendo en cuenta la igualdad de condiciones locales; y, por fin, cuando el fondo de los lagos fué subiendo y las aguas tuvieron una corriente marcada, pero no torrencial, vinieron á asomar en la superficie del líquido multitud de plantas acuáticas para servir de alimento á numerosos gasterópodos, cuyos despojos quedaron envueltos entre sedimentos calizos, cuales son los que, por regla general, producen las aguas transparentes.

Tal es, en breves palabras, la explicación que se puede dar del origen de las rocas del sistema mioceno en la provincia de Segovia.

Respecto á sus aplicaciones, sólo indicaremos que en ciertos casos pueden tener empleo como abonos minerales en aquellos suelos donde escaseen los elementos de la roca que se considere, y en la industria en general las arcillas, gredas y margas, según su clase, encuentran empleo para batanar paños, fabricar objetos diversos de alfarería y tejar, y aun en algunos lugares para la construcción de tapiales, que resultan sumamente compactos y resistentes.

Los usos del yeso son conocidos y apreciados por todo el mundo, y es evidente que se ha de usar en las construcciones de todos los sitios donde haya medios no muy onerosos de procurárselo.

Ya hemos citado las canteras de caliza miocena de las cercanías de Sepúlveda, que se cuentan entre las principales de la provincia por la vecindad de una población de cierta importancia, y es claro que además de la fabricación de la cal, podría en cualquier sitio donde se presenta la roca en cuestión explotarse para conseguir sillares de buena calidad, ya que á ello se prestan las condiciones de la formación.

ÉPOCA CUATERNARIA.

SISTEMA DILUVIAL.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Decíamos en nuestra Memoria geológica de la provincia de Valladolid que los límites estratigráficos de la formación cuaternaria y los tramos de rocas que la constituyen son difíciles de separar, ya que las clasificaciones sólo podían tener carácter local. Abundando ahora en las mismas ideas, consideramos como un solo terreno todos los materiales de edad posterior á las calizas miocenas, lo mismo las masas diluvianas que los productos geognósticos contemporáneos, ya que unos y otros se han formado después que el hombre habita la tierra, y aun así es preciso no perder de vista que el sistema tiene mucha menos importancia que los de edades más antiguas, ya que no faltan autores que afirmen la identidad de caracteres físicos y orgánicos para las rocas actuales, diluviales y pliocenas que, aun fundidas con todas las terciarias más antiguas, constituirían un terreno geológico no de los más desarrollados.

Los caracteres generales con que el sistema diluvial se presenta en el país, pueden sintetizarse como sigue: en el nordeste de la provincia las masas diluviales son de color rojizo, conteniendo en algunos puntos una enorme cantidad de cantos rodados entre arenas más ó menos gruesas, siendo todo producto de la desagregación de las rocas triásicas y silurianas; y análoga composición presenta el sistema diluvial en el norte de Aldeanueva de la Serrezuela, por más que el espesor, que en la primera zona pasa de 60 metros, no llega á 15 en la segunda.

Hacia el sudoeste del territorio segoviano y lindando con la sierra, las masas diluviales son muy semejantes á las de la provincia de Madrid, y cuanto más cerca están de la cordillera mayor es la cantidad y el tamaño de los cantos graníticos que existen en la formación, cuyo espesor pasa de 40 metros.

Por fin, en el centro de la provincia dominan las arenas sueltas que sirven de asiento á extensos pinares; pero que otras veces forman grandes espacios, absolutamente yermos, hasta en las orillas de los ríos, siendo su espesor variable, pero que en algunos puntos llega á 20 metros.

Pasa de 3500 quilómetros cuadrados la superficie que cubren en el territorio de Segovia las masas diluvianas, apoyándose, según los casos, en unas ú otras de las formaciones más antiguas, siendo inútil señalar los contornos, pues resultan del conjunto de todos los demás sistemas ya descritos.

En la misma sierra hay masas diluviales de bastante espesor en algunas cañadas y aun en los páramos, cretáceos y terciarios; pero no se han señalado en el Mapa para evitar confusión.

No son sólo rocas sabulosas las que corresponden al sistema diluvial, sino que hay en muchos puntos del país un conglomerado de grandes elementos, cimentados por una pasta arcillo-calífera de color rojo, que con frecuencia cubre las formaciones más antiguas en espacios muy dilatados, y además nosotros hemos reunido á las masas diluviales los aluviones de los ríos y arroyos que no dejan de ser considerables en algunas corrientes del país y que, según los puntos que se estudien, varían en el tamaño y clase de los elementos constituyentes.

Aún hemos de añadir como pertenecientes al sistema de que tratamos los depósitos de las cavernas y de las grutas.

DATOS LOCALES.

Al norte de Valseca se extiende el terreno cuaternario, constituído por arenas gruesas con cimento arcilloso, entre cuya masa abundan las guijas de cuarcita y lastrones de caliza concrecionada, como ocurre en muchos otros sitios dentro y fuera de España donde existe el sistema diluvial. Todas estas rocas proceden evidentemente de la desagregación de los materiales cristalinos y silurianos de la sierra, pudiendo haberse originado las calizas por acciones metamórficas, ó mejor por sedimentación del carbonato cálcico que llevasen en disolución algunos manantiales.

En Cabañas el terreno diluvial es semejante al que acabamos de citar; pero las guijas son de granito y calizas estrato-cristalinas y cretáceas, yendo poco á poco desapareciendo, hasta que en Cantimpalos

sólo se ven entre las arenas guijarros de cuarzo blanco, procedente, sin duda, de los filones que cortan el granito.

Estos mismos guijarros de cuarzo, pero poco rodados, y con alguna guija de caliza, son los que entre el cuaternario, bastante arenoso, se encuentran á poniente de Escobar, mientras que á levante de este pueblo el diluvium es menos silíceo, los cantos rodados son de caliza, más voluminosos (8 centímetros cúbicos), y el terreno se ve cruzado por venas de carbonato de cal pulverulento y aun costrones de la caliza concrecionada de que antes hablamos, y á la cual los franceses de las Landas nombran *alios* y en la localidad denominan *toba*.

En Martín Miguel, Garcillán y Carbonero de Ahusín el sistema diluvial es muy semejante al de Madrid, y presenta en fajas irregulares cantos de granito, tan descompuestos en las inmediaciones del último pueblo, que, al excavar las arenas, los guijarros de la roca cristalina se cortan con el azadón con la misma facilidad que el resto de la masa.

Las guijas que acompañan al diluvium de Torre Iglesias son de caliza roja cretácea, procedente de las capas semi-marmóreas de Peñas Rubias, que hemos señalado con mayor desarrollo en las canteras de Caballar.

Pueden distinguirse en el diluvium de Turégano y Veganzones dos horizontes bien marcados: el superior muy arenoso, y menos silíceo el inferior, recordando la zona del gredón de las cercanías de Madrid, no descubriéndose todo el espesor de la formación, en cuya base los cantos rodados deben ser muy abundantes, á juzgar por lo que se observa en algún sitio junto á los terrenos antiguos. De todos modos, las rocas diluviales se cargan de guijarros cada vez más voluminosos á medida que se aproximan á la sierra.

Al norte de Castillejo de Mesleón, en la carretera de Sepúlveda á Riaza, el diluvium está representado por tierras rojas en bancos de gran espesor y apenas señalados, habiendo las aguas producido numerosas barrancadas que recuerdan las de Fuenferrada, en la provincia de Teruel, y las de Guadix, en la provincia de Granada, no dejando de llamar la atención que, en puntos tan distantes, el fenómeno se presente con uniformidad tan grande.

Las colinas de tierras rojas abarrancadas se extienden en el norte del partido de Riaza, y parece, en vista de su composición, han de proceder de los arrastres de los materiales correspondientes al sis-

tema siluriano de la sierra de Ayllón, tal vez mezclados con los restos de las rocas estrato-cristalinas que proporcionaron la parte silícea del diluvium.

He aquí una vista de las barrancadas de que venimos hablando:

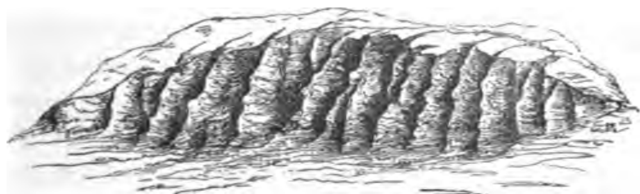


Fig. 23.—Terreno diluviano entre El Olmo y Castillejo de Mesleón.

Está representado el sistema diluvial, desde Guijas Altas á Zarzuela, por masas sabulosas, conteniendo multitud de guijarros de cuarzo blanco procedentes de los filones de la sierra, mientras que en Ituero y Villacastín los cantos rodados son de granito de grano grueso.

Caminando hacia el Norte el diluvium es más arenoso, y hacia Labajos y Marugán contiene venas de cal pulverulenta, como preparación para constituir las calizas concrecionadas.

En Laguna Rodrigo las guijas del diluvium son casi todas de caliza cretácea; pero aún hay alguna de cuarzo, como indicando que á la constitución de la formación cuaternaria han contribuído las rocas secundarias y primarias, si bien predominando éstas, pues en Añe y Anaya las guijas, sumamente abundantes, son todas de cuarcita y cuarzo.

Desde Nieva, hacia Poniente y Norte, se extienden las arenas blancas incoherentes aprovechadas para pinares, y no varía el terreno hasta el lindero provincial por una parte, y hasta el río Cerquillas por otra, cuando se presenta el sistema mioceno; y las mismas arenas blancas son las que se extienden entre los ríos Cega y Duratón por los términos de Navalilla y Fuenterrebollo, hasta que cerca de Cantalejo hay una arenisca arcillosa de color gris rojizo.

Los materiales cuaternarios están representados en los altos de Encinas, Villaverde, Aldelengua, Ayllón y Francos por conglomerados de gruesos elementos calizos y silíceos, poco rodados y cimentados por una pasta arcillo-ferruginosa. Esta roca, que en muchas

partes de España cubre las formaciones de todas edades cual un espeso manto que se adapta á las variaciones superficiales preexistentes, á pesar de ser su constitución bien moderna, forma una piedra sumamente tenaz, sin que el cimento ceda más que cualquier otro punto de la masa; y tanto es así, que de este material se pueden obtener, y se obtienen, sillares de gran volumen para la construcción.

Una variedad de la roca que citamos es la brecha ó sefita mencionada á su tiempo entre los materiales silurianos de Becerril y Madriguera, donde se ha empleado como piedra de construcción para las iglesias del Muyo y Serracín; y como el cimento es muy ferruginoso, en la herrería que hace años existía en Villacorta se usó como mena, produciendo metal de mediana calidad.

Réstanos hablar algo de las cavernas de la provincia; pues si bien la roca en que se hallan es la caliza cretácea, su formación, y, sobre todo, los restos que en ellas se encuentran, corresponden al período diluvial.

Uno de los problemas cuya solución han buscado con más afán los geólogos, es el de la formación de las cavernas, muy difícil de comprender en otros países, pero que en la provincia de Segovia no ofrece grandes dudas.

Si se observa que las aguas de los numerosos manantiales que brotan por bajo de las calizas cretáceas de este territorio, llevan en disolución proporciones notables de bicarbonato cálcico que abandonan al aire libre, se viene pronto en conocimiento de cuán poderosa es la acción destructora de las aguas subterráneas, y qué grandes cavidades se han de producir en lo interior de las capas calizas por donde aquéllas circulan.

Desde épocas bien remotas los manantiales del país han actuado del modo indicado, pues no á otra causa deben atribuirse las venas de calizas terrosas y los lastrones de caliza concrecionada que en muchos puntos del terreno diluvial hemos señalado.

Mas esta observación, que explica de un modo tan sencillo el problema de la existencia de las cavernas, encierra un círculo vicioso, supuesto que si las aguas se han de poder reunir en gran cantidad en un punto dado, es indispensable la existencia de amplias cavidades: debemos, pues, buscar las causas que han originado las oquedades primitivas, ya que las aguas sólo pueden ensanchar, gastando y disolviendo las paredes, las cavidades por donde pasan.

Consideremos una serie de capas calizas, compactas y homogéneas

las superiores y más arcillosas las inferiores, precisamente lo que ocurre en la provincia de Segovia, y que á consecuencia de un fenómeno geológico cualquiera llegue á producirse una línea anticlinal, conforme indica la figura adjunta.

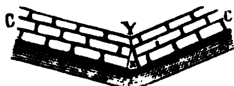


Fig. 24.—Formación de las cavernas.

Las capas superiores de caliza *CC*, por la circunstancia de su rigidez, se habrán quebrado, según la línea proyectada en *Y*, mientras las inferiores, más flexibles, plegándose, habrán constituido el suelo de la cavidad *x*, en la que tendrán entrada fácil las aguas que caigan en el terreno.

Merced al poder disolvente de estas aguas, por consecuencia del ácido carbónico que las acompaña, fácil es comprender que la cavidad primitiva podrá aumentar tanto cuanto sea necesario, y la producción de las cavernas queda justificada.

Que esto ha podido suceder es casi evidente, pues ya hemos dicho, al describir las mesas cretáceas de Segovia, que suelen estar hundidas hacia el centro, y un ejemplo de quiebra igual al que la teoría exige queda también apuntado como existente en Pajares de Pedraza.

Cuando estas grutas comuniquen con lo exterior, tendremos ya el caso para que en ellas hayan podido encontrar refugio los animales y el hombre protohistórico, y es fácil que en las mismas se encuentren restos que lo justifiquen.

De las numerosas cavernas que hay en el país, las que se han reconocido desde más antiguo son las de Pedraza, y he aquí lo que acerca del particular se consigna en la Memoria de Prado:

«Al pie de los muros de Pedraza visité en 1853 varias cavernas, y en una hallé algunos huesos humanos, entre ellos casi todas las piezas de un cráneo, y otros de animales que viven todavía en el país; pero entre ellos se cogió también una mandíbula casi completa de una hiena *(Hiæna Spelea)*, especie desaparecida de España. El suelo de la caverna se halla cubierto de murcielaguina producida por los quirópteros que ahora, y sin duda durante muchos siglos, vivieron en aquellas obscuridades. Los huesos se hallan entre el mantillo, y con ellos gran cantidad de fragmentos de vasijas de barro negro su-

mamente rústicas, siendo de advertir que, en la actualidad, en ninguna parte del centro de España se ven cacharros de este color.

»Los huesos de aquellas cuevas que se gradúan como más antiguos, son los que se han visto entre una capa de toba que existe por cima del piso de una de ellas, formando una verdadera brecha huesosa; pero apenas se hallaron algunos fragmentos determinables que pueden corresponder á un animal del tamaño de un buey.»

Otras cavernas de Pedraza han sido visitadas en 1874 por los Sres. Areitio y Quiroga, y de lo que acerca de su reconocimiento consignaron en el tomo III de los *Anales de la Sociedad española de Historia natural*, copiamos lo que sigue:

«Hemos estudiado detenidamente las dos cavernas llamadas de La Griega, al S.SO. de Pedraza de la Sierra, en un monte de penosa subida, separado de la población por el arroyo Griega, tributario del Cega.

»La mayor de las dos, de gran extensión y dividida en numerosas galerías secundarias, no ofrece, en razón de estar la caliza cretácea al descubierto, así como por carecer de estalagmita, exceptuando algún que otro punto donde se notan indicios de filtración, los cuatro períodos de formación que caracterizan á las verdaderas cavernas huesosas, y sólo hemos recogido enterrados en el mantillo que cubre el suelo, formando en algunos puntos una capa de más de 5 á 6 metros, trozos de huesos y restos de cerámica muy tosca.

»Respecto de la segunda, ó sea la menor de las dos reconocidas, y cuya longitud puede calcularse de 15 á 20 metros, es un verdadero tipo de caverna huesosa, viéndose en ella perfectamente marcados los períodos de formación que á las mismas caracterizan. Hállase constituída esencialmente por una galería curva de convexidad á la derecha, dividida en dos por un tabique horizontal formado en su parte superior é inferior por caliza estalagmítica, y en el centro por la brecha huesosa que asoma en algunos puntos de la parte inferior del tabique, ó sea en la bóveda actual de la caverna. Arrancado, no sin dificultad, un gran témpano de dicho tabique, se pudieron recoger molares, vértebras, tarsos y cúbitos de *antílope*, que se reducían á polvo, y sólo pudieron conservarse algunos, gracias á repetidos baños de alumbre y cola que en la localidad se les dieron, habiendo sido preciso barnizarlos después en Madrid con silicato de sosa.»

En nuestras excursiones por la provincia hemos visitado otras ca-

vernas, distintas de las descritas por los Sres. Prado, Quiroga y Areitio, en Pedraza, en Arevalillo, en Pajares, en Prádena, en Sepúlveda y en Navares de Ayuso, principalmente la del *Huerto*, en el primer punto; la *Obscura*, en el tercero; la del *Jaspe*, en el cuarto; las de la *Liebre* y del *Mico*, en el quinto, y la *Larga*, en el último; pero fuera de restos indeterminables de huesos, y cacharros de barro, nada útil hemos obtenido, como era natural sucediera, dado el poco tiempo que podíamos dedicar á esta clase de investigaciones.

Suelen los autores considerar como un período distinto el de la formación de los aluviones de los ríos y arroyos; pero nosotros, por lo que dejamos indicado, lo estudiamos como la última manifestación del terreno cuaternario, sin exponer ahora otra razón que la escasa importancia que tiene en el país, donde, sobre todo en la parte llana, se confunden los materiales de aluvión con los diluvianos.

Por esto, y porque en los cauces de los ríos los arrastres son de las rocas de la sierra al principio y arenosos en el llano, sin circunstancias especiales ningunas, no insistiremos en este punto, tanto más cuanto que al describir en la primera parte de esta Memoria los valles de la provincia, ya se ha podido ver que ni para la topografía ni para la agricultura ofrecen interés marcado.

ORIGEN, TRANSFORMACIONES Y USOS DE LAS ROCAS DILUVIALES.

Hemos indicado, al hacer la descripción local de las masas diluviales, que éstas procedían de la desagregación de los granitos y rocas estrato-cristalinas de la sierra, y también se ha señalado el caso en el cual los materiales cuaternarios debían proceder, si no en todo, en gran parte, de los derrubios de las capas silurianas. Siempre para ello ha sido necesaria la acción de grandes turbiones que arrastraron desde la cordillera todo lo derrubiado durante un tiempo dilatadísimo.

No está fuera de lo posible que las acciones glaciales hayan contribuído al resultado; pero si así ha sido, los indicios faltan casi por completo, ya que los caracteres generales de la masa diluvial son los que ofrecerían un transporte de materias deshechas á favor de una inundación de aguas torrenciales, con lo cual no se presentan líneas de estratificación, sino aglomeraciones de guijas y arenas dispuestas sin regularidad, como obedeciendo á la desigual fuerza del turbión,

según la masa de aguas que éste conducía y la pendiente del suelo por donde caminaba.

De todos modos, siempre se advierte que junto á la sierra abundan más los guijarros, y éstos son de mayor tamaño que más adelante, cuando las aguas habían perdido parte de su fuerza de arrastre.

Respecto de las arenas movedizas que sustentan los pinares, cuando escribimos nuestra Memoria de Valladolid, siguiendo las ideas sustentadas por D. Casiano de Prado, las atribuíamos á un lavado que hubo de verificarse á la conclusión del período diluvial; pero hoy, teniendo en cuenta el espacio que al norte de la sierra ha debido ocupar la formación cretácea, juzgando por los restos que existen en Balisa, Migueláñez, Carbonero, Zarzuela del Pinar y Lastras de Cuéllar, y teniendo además presente el espesor del tramo sabuloso de aquella formación, así como la naturaleza de las rocas que lo constituyen, consideramos dichas arenas como procedentes de las arcosas cretáceas, deshechas con suma facilidad en cuanto han ido desapareciendo, disueltas por las aguas, las calizas que las cubren, de lo que ha quedado como testigos las venas de carbonato de cal pulverulento y las tobas que hoy se hallan entre las masas diluviales.

Estas arenas indudablemente han debido al principio encontrarse más cerca de la sierra; pero las aguas corrientes arrastrándolas por los ríos, y los vientos reinantes llevándolas hacia el Norte, las han concentrado en los sitios donde ahora se hallan.

La formación de las brechas que existen en lo alto de algunas sierras, se explica por arrastres locales y cimentación de aguas calizas y ferruginosas; y nada de nuevo hay que exponer respecto á los sedimentos aluviales, pues es claro que son debidos á los arrastres de las corrientes de agua, y su importancia variable ha de depender necesariamente de la profundidad del cauce, de la pendiente y de la anchura del valle por donde aquéllas discurren.

Poco puede decirse de las aplicaciones industriales de las rocas cuaternarias, reducidas al empleo en obras de alfar y en tapiales para la edificación.

CATÁLOGO DE ROCAS

DE LA

PROVINCIA DE SEGOVIA.

NÚM.	NOMENCLATURA.	LOCALIDAD.
	Graníticas.	
1	Granito gris amarillento, de grano grueso, cuarzo hialino, feldespato blanco, poca mica verde y manchas de óxido de hierro.	Parador de San Rafael.
2	Granito azulado, de grano fino, cuarzo gris, feldespato blanco y mica negra.........	El Espinar.
3	Granito gris, de grano mediano, cuarzo blanco poco abundante, feldespato también blanco en cristales gruesos y bien determinados, y mica negra en hojuelas muy pequeñas.........................	Villacastín.
4	Granito rojo anfibolífero, en que la pasta hornabléndica cubre al cuarzo y feldespato, sin embargo de ser poca su cantidad.	Vegas de Matute.
5	Granito gris, de grano grueso, con feldespato blanquecino, cuarzo blanco agrisado y mica plateada......................	Camino de La Losa á Ortigosa.
6	Granito blanquecino de dos micas, una plateada y otra verdosa. Los elementos feldespáticos y cuarzosos son gruesos, y los primeros se encuentran algo caolinizados.	Puerto de Navacerrada.
7	Granito blanco, de grano grueso, cuarzo hialino en cristales bipiramidales, feldespato blanco muy caolinizado en algunos puntos y mica bronceada..............	Puerto de Navacerrada.
8	Granito anteado con mica negra, feldespato amarillo en grandes cristales y cuarzo gris...............................	Revenga.
9	Granito gneísico, de color gris verdoso, con abundante mica bronceada dispuesta en capas de orientación muy marcada. Escasea el cuarzo, y los cristales de feldespato alcanzan en algunos puntos más de ocho centímetros cúbicos..................	La Granja.—Camino de Segovia.
10	Granito gneísico, análogo al anterior, pero en el que abunda el cuarzo hialino ó pardo. La mica se concentra en nódulos de textura algo fibrosa..................	La Granja.—Camino de Segovia.

NÚM.	NOMENCLATURA.	LOCALIDAD.
11	Granito gneísico, de color rojizo y grano fino. La mica bronceada produce por su descomposición el óxido de hierro que mancha á la roca. El cuarzo rodea en algunos puntos á ciertos nódulos feldespáticos en los que hay hojuelas de mica....	Cabanillas del Monte.
12	Granito blanco amarillento deleznable, con dos micas, una blanca y otra bronceada, la primera en hojas más pequeñas y menos abundantes que la segunda. El cuarzo es hialino, y el feldespato está bastante desagregado........................	Encinillas.
13	Granito gneísico, de color blanquecino, en el que la masa feldespática se presente caolinizada..........................	Torre Iglesias.—Camino de Caballar.
14	Granito rojo, de grano fino, cuarzo hialino, feldespato róseo muy abundante y mica plateada en hojuelas dispersas..........	Rio Cea.—Entre La Lastra y Zarzuela.
15	Pegmatita rojiza, algo anfibolífera. El cuarzo y el feldespato se presentan en cristales muy distintos y en proporción casi igual............................	Villacastín.
16	Pegmatita de color negro rojizo, muy homogénea y de fractura algo astillosa. Dentro de la masa micro-cristalina se descubren cristalillos de feldespato blanco y venas cuarzosas muy delgadas...............	Vegas de Matute.
17	Pegmatita de color de flor de espliego y grano fino. El cuarzo de color gris se presenta en cristales muy determinados y el feldespato de color sonrosado, además de constituir el cimento general de la roca, forma cristales que se destacan en la pasta general..........................	Ortigosa.—Camino del Otero.
18	Pegmatita rósea, pobre en cuarzo, con manchas verdosas debidas al anfibol........	Venta de los Mosquitos.—Navacerrada.
19	Pegmatita de color rojizo, escasa en cuarzo hialino, que forma nódulos entre la masa rósea del feldespato, donde hay también algunas hojuelas de mica bronceada.....	Balisa.
20	Pegmatita rósea de grandes elementos, viéndose entre la masa de cuarzo blanco cristales de feldespato de color de carne. Hay además algunas hojuelas de mica plateada............................	Zarzuela.
21	Pórfido negro, en cuya pasta pétreo-silícea se descubren numerosas amígdalas de feldespato blanco que recuerdan las concreciones de Analcima..................	Vegas de Matute.
22	Pórfido cuarcífero de color verde claro. Esta roca contiene, entre su masa felsítica, numerosos cristales bipiramidales de cuarzo hialino y otros de feldespato ortosa perfectamente determinados; además se en-	

NÚM.	NOMENCLATURA.	LOCALIDAD.
	cuentran como elementos accidentales el anfibol y el granate..................	Vegas de Matute.
23	Pórfido gris verdoso, de grano fino, cuarzo muy escaso, pasta eurítica y numerosas partículas de anfibol..................	Puerto de Navacerrada.
24	Pórfido anfibolífero algo descompuesto. El color general de la roca es verde claro, viéndose entre la pasta eurítica cristales rojos de feldespato ortosa, otros de anfibol y, por fin, granos de cuarzo gris......	Balisa.
25	Leptinita de color de carne, cruzada por numerosas venas y manchas de actinota verde............................	Vegas de Matute.
26	Leptinita análoga á la anterior, pero en la cual la parte del silicato verdoso forma una tierra que recuerda la Delessita.....	Vegas de Matute.
27	Leptinita rojiza pizarreña, por la disposición zonar de los elementos feldespáticos que se presentan en cristales caolinizados....	Vegas de Matute.
28	Sienito rojo, con cuarzo gris muy escaso, feldespato lamelar y anfibol verde descompuesto..........................	Entre Villacastín y Aldeavieja.
29	Sienito róseo, con nódulos anfibolíferos, cuarzo escaso y feldespato perfectamente cristalizado	Vegas de Matute.
30	Sienito rojo muy escaso en cuarzo gris y anfibol verde........................	El Otero.
31	Sienito gris de grano grueso, cuarzo hialino en cristales mal determinados, feldespato ortosa cristalizado y mica negra en láminas exagonales......................	Balisa.
32	Diorita de color negro verdoso. En medio de la pasta micro-cristalina se descubren cristales grandes de anfibol y feldespato labrador, y también algunas agujas de turmalina negra, cristales dodecaédricos de granate almandino y cubos de pirita de hierro..........................	Entre el Parador de San Rafael y la casa de Prados.
33	Diorita de color verde obscuro, de grano mediano, cuarzo gris, feldespato blanco y anfibol cristalizado muy abundante......	Poniente de Vegas de Matute.
34	Diorita de color verde claro. La pasta de la roca es muy uniforme; pero en algunos puntos se acumulan numerosos cristales de hornablenda formando verdaderas dendritas......................	Vegas de Matute.
35	Diorita pizarreña de color gris verdoso, distinguiéndose claramente los dos elementos anfibol y feldespato...............	Vegas de Matute.
36	Diorita de color negruzco, señalándose dos substancias diversas en la masa de la roca, una blanquecina, correspondiente al feldespato plagioclasa, y otra verde que es anfibol..........................	Balisa.

NÚM.	NOMENCLATURA.	LOCALIDAD.
37	Microdiorita de color verde, textura homogénea y fractura algo concoidea. Presenta entre su masa nódulos de carbonato cálcico cristalizado, que dan á la roca un aspecto variolar......................	La Armuña.
38	Cuarzo blanco, fibroso, radiado, cruzado por venas de óxido rojo de hierro y cubierta una de las caras del ejemplar por calcedonia mamilar de color morado. Esta roca constituye un filón entre el granito de la localidad......................	El Espinar.
39	Cuarzo blanco, muy compacto, teñido en algunos puntos por óxido rojo de hierro. Forma esta roca filones de espesor variable entre los granitos.................	Entre Bernuy y La Mata.
	Estrato-cristalinas.	
40	Gneis anfibolífero, de cuarzo gris, feldespato blanco y grandes cristales de anfíbol, que en algunos sitios hacen desaparecer la estructura hojosa, tornándola en granítica. La mica es escasa en este caso, mientras que abunda en puntos no lejanos...	Peña Lara.
41	Gneis anfibolífero, de elementos muy menudos, entre los que se descubren cristales de granate almandino................	Peña Lara.
42	Gneis amarillento rojizo, de grano fino, cuarzo gris, mica bronceada y abundantes cristalillos de turmalina negra.......	Torre Iglesias.—Camino para Caballar.
43	Gneis de color amarillento rojizo; la mica envuelve los nódulos de feldespato, con lo que la roca toma una textura semiconcrecionada	Navafría.
44	Gneis negro, de elementos muy finos, mica abundante, feldespato ortosa y algunos granillos de cuarzo..................	Aldealengua.
45	Gneis de color gris, pobre en cuarzo y con mica bronceada, que rodea y envuelve los cristales de feldespato................	Riachuelo.
46	Gneis granítico, de color gris claro, cuarzo gris y feldespato blanco; dos micas, una blanca y otra bronceada, poco abundantes.	Cerezo.
47	Gneis de grano fino, color gris, mica bronceada, feldespato blanco y algo de cuarzo pardo..............................	Cerro de La Cebollera.—Sto. Tomé del Puerto.
48	Gneis blanco amarillento, de grano fino y dos micas, una negra, escasa, y otra plateada, muy abundante.................	Riofrío de Riaza.
49	Gneis negruzco de mica bronceada, cuarzo gris y feldespato blanco escaso.........	Arroyo de Val de Vacas.—Arevalillo.
50	Gneis blanco rojizo, de mica bronceada, feldespato blanco y cuarzo gris...........	Bernuy.

NÚM.	NOMENCLATURA.	LOCALIDAD.
51	Gneis negruzco, tuberculoso, en que las hojas de mica envuelven los cristales de cuarzo y de feldespato................	Camino de Villalvilla á Onrubia.
52	Gneis bronceado, de textura nodulosa debida á que la mica rodea los cristales de feldespato ortosa muy abundantes y acompañados por algunos granos de cuarzo gris................................	Onrubia.
53	Gneis blanco turmalinífero, de mica plateada y feldespato ortosa muy abundante...	Fuente Pelayos.—Camino de Zarzuela.
54	Gneis de color gris, grano fino, cuarzo blanco, feldespato rojizo y mica blanca......	Arroyo de las Cercas.—Hoyuelos.
55	Micacita tuberculosa con mica verde muy abundante..........................	Puente Nuevo.—Riaza.
56	Micacita plateada, de textura fibrosa y con planos de quiebra teñidos por óxido de hierro............................	Cerro del Calamorro.—Alto de la Sierra de Riofrío de Riaza.
57	Micacita roja de elementos finos, mica plateada y feldespato encarnado. Tiene textura algo fibrosa.....................	Riofrío de Riaza.
58	Micacita turmalinífera de color bronceado, muy hojosa, estando los cristales de turmalina dispuestos en zonas entre las capas de foliación.........................	Riofrío de Riaza.
59	Micacita bronceada, en la que la mica envuelve cristalillos de granate almandino.	Riofrío de Riaza.—Camino de Cerezo de Arriba.
60	Micacita morada muy fibrosa. Presenta esta roca superficies algo irisadas por las manchas de óxido de hierro..............	Onrubia.
61	Micacita silícea, color gris verdoso, con numerosos planos de foliación manchados por arcilla rojiza....................	Onrubia.
62	Micacita de color de flor de espliego, algo fibrosa y de estructura tabular..........	Onrubia.
63	Micacita de color gris verdoso, muy hojosa y textura algún tanto fibrosa...........	Fuente Pelayos.—Camino de Zarzuela.
64	Micacita de color pardo rojizo y textura algo fibrosa. La mica es bronceada y se presenta en láminas plegadas alrededor de los cristales de feldespato, que son escasos..	Camino de Onrubia á Pradales.
65	Pórfido cuarcífero de color negro, pasta adelómera, con algunos nódulos de feldespato cristalizado y también manchas de peridoto rojizo ó limbelita.................	Entre Fuente Pelayos y Nava el Manzano.
66	Diorita de color verdoso. Muy tenaz y de grano fino en la pasta general, donde abundan los cristales de anfibol.............	Palacio de Riofrío.
67	Diabasa negroverdosa, de grano fino y muy compacta. Contiene numerosas hojuelas de mica bronceada..................	Ermita de San Antonio.—Revenga.
68	Anfibolita de color negro verdoso debido á la actinota. Constituye esta roca un filón de unos seis centímetros de espesor que corta al gneis........................	Pajares de Pedraza.

NÚM.	NOMENCLATURA.	LOCALIDAD.
69	Cuarzo brechiforme, de color blanco rojizo, teniendo en algunos puntos venas de ocre. Forma esta roca filones cuyas crestas sobresalen entre las capas estrato-cristalinas del país........................	La Salceda.
70	Cuarzo gris, micáfero. Forma filones de dos á diez centímetros de espesor entre las micacitas............................	Puente Nuevo.—Riaza.
	Cambrianas.	
71	Filadio verdoso, micáfero y tuberculoso. Es de grano fino, cuarcífero y talcoso. Presenta irisaciones debidas al óxido de hierro que lo mancha......................	Entre Carbonero y La Armuña.
72	Filadio verdoso muy satinado, con alguna mica, y cruzado por filoncillos de óxido de hierro que se cortan según un ángulo de unos 30°............................	Santa María de Nieva.
73	Filadio verdoso satinado micáfero con lisos y venas ferruginosas.................	Santa María de Nieva.
74	Filadio rojizo noduloso de grano fino. En la masa hay concreciones más duras, lo que indica la existencia de una especie de maclas..............................	Pascuales.
75	Filadio gris azulado muy hojoso y con alguna mica................................	Pascuales.
76	Filadio verde negruzco, micáceo y con cristales de otrelita. Es muy hojoso y manchado en diversos puntos por el óxido de hierro................................	Sierra de Ojos Albos, al S. de Villacastín.
77	Filadio arcilloso, de color amarillento y textura fibrosa. En las litoclasas hay manchas de óxido férrico.................	Sierra de Ojos Albos, al S. de Villacastín.
78	Filadio cuarcífero y talcoso, de color verde amarillento, con cristales de otrelita y dendritas de óxido de hierro. Se asemeja esta roca á la Navaculita..............	Sierra de Ojos Albos, al S. de Villacastín.
	Silurianas.	
79	Filadio arcilloso micáfero, de color de flor de espliego, aun cuando en algunas zonas es casi blanquecino.....................	Santibáñez.
80	Filadio gris, de grano fino, muy hojoso y con manchas de color blanquecino que deben atribuirse á eflorescencias de alumbre...	Santibáñez.
81	Filadio gris verdoso, de grano muy fino, con manchas de óxido de hierro en todos los planos de quiebra. Es roca poco pizarreña y contiene restos fósiles de bivalvas indeterminables....................	Santibáñez.

NÚM.	NOMENCLATURA.	LOCALIDAD.
82	Filadio azulado, con manchas ferruginosas. La textura es fibrosa en sentido transversal á las hojas de la roca..............	El Muyo.
83	Filadio tegular, de color negro, teniendo en los planos de foliación manchas ferruginosas. Algunos restos fósiles indeterminables se suelen ver en estos filadios....	Serracín.
84	Filadio tegular, de color negro azulado, algo micáceo y de textura pizarreño-fibrosa...	Becerril.
85	Filadio verdoso micáfero, con manchas azuladas y textura hojoso-ondulada........	El Muyo.
86	Pizarra rojoamarillenta, arcillosa, micáfera y cruzada por venas de hierro. Contiene también nódulos y filoncillos de espato calizo...............................	Entre Esteban Vela y Santibáñez.
87	Pizarra negra arcillosa, de grano fino, con mucha mica plateada, algún cuarzo y manchas ferruginosas, muy abundantes en las litoclasas......................	Santibáñez.
88	Pizarra silícea, con alguna mica plateada. Es de color negro y grano fino..........	Becerril.
89	Pizarra negra, de grano fino y algo micácea, textura semiterrosa y color negro debido al grafito que la acompaña. Presenta eflorescencias de sulfato alumínico férrico...	Entre Becerril y El Muyo.
90	Nódulo elipsoidal de pizarra, de color negro azulado y grano fino. Estas concreciones son frecuentes en el sistema siluriano de la comarca..........................	Entre El Muyo y Becerril.
91	Pizarra azulada micácea con cristales de otrelita. En los planos de foliación suele haber manchas repetidas de óxido de hierro................................	Puerto de la Quesera.
92	Ampelita micácea de textura fibrosa, muy blanda y teñida en algunos puntos por óxidos de hierro procedentes de la descomposición de la mica, que es plateada y muy abundante......................	Madriguera.
93	Ampelita gráfica, de textura pizarreña, grano muy fino y color negro azulado. Dentro de la masa de la roca se hallan algunos nódulos de cuarzo blanco..........	El Muyo.
94	Ampelita hojosa, acompañada de amianto fibroso, en capas de un centímetro de espesor............................	El Muyo.
95	Ampelita de grano muy fino, con algún asbesto é impresiones de Graptolitos (*Monographsus Halli*, Barr.)..................	El Muyo.
96	Ampelita alumbrífera nodulosa, de color negro, con abundantes eflorescencias de sulfato ferroso........................	El Muyo.
97	Cuarzo blanco, con manchas de óxido de hierro y envuelto en filadio micáceo gris verdoso. Constituye un filón de menos de	

NÚM.	NOMENCLATURA.	LOCALIDAD.
	un centímetro de espesor entre las pizarras de la localidad..................	Serracín.
98	Cuarcita gris rojiza, micácea, de grano fino, estructura tabular y con restos de Cruzianas..............................	Serracín.
99	Cuarcita blanco-agrisada, con manchas amarillentas, mica plateada y grano muy fino................................	Martín Muñoz.
100	Cuarcita blanca, compacta, tenaz y de grano fino. Está cruzada la roca por litoclasas teñidas de óxido de hierro, que la dividen en prismas irregulares.........	Ciruelos.—Camino de Onrubia.
101	Cuarcita blanco-amarillenta, de grano fino y micáfera. Es esta roca de las conocidas con el nombre de *Piedra en barras*, debido á que naturalmente se presenta dividida en paralelepípedos muy prolongados. Las caras laterales de éstos aparecen estriadas y manchadas por óxido de hierro.......	Camino de Onrubia á Pradales.
102	Cuarcita morada, muy dura, de grano fino y surcada por filoncillos de óxido de hierro................................	Entre Onrubia y Carabías.
103	Arenisca amarillento-rojiza, de grano fino, constituyendo un tránsito á las cuarcitas.	Entre Martín Muñoz y Riaza.
104	Hierro oligisto y grafitoide..............	Entre Madriguera y Serracín.
105	Asbesto blanco. Corresponde á un filón de cinco centímetros de espesor que corta las pizarras carbonosas................	Entre Becerril y El Muyo.
106	Asbesto blanco verdoso, manchado por óxido de hierro en algunas zonas.......	El Muyo.
107	Grafito terroso, cruzado por venas de cuarzo blanco. La textura es esponjosa y recuerda las escorias volcánicas..........	Entre Becerril y El Muyo.
	Triásicas.	
108	Arenisca roja, de grano mediano, micáfera, con cimento arcillo-calífero. En la roca sobresalen granos más gruesos de cuarzo gris y rojizo..........................	Aldeanueva de la Serrezuela.
109	Arenisca gris, de grano mediano, con cimento feldespático y restos vegetales....	Peña Cuerno.
110	Arenisca blanco-rojiza, micáfera, de grano fino, cruzada por venas de greda verde y nódulos de carbonato de cal en metastáticas............................	Onrubia.
	Cretáceas.	
111	Nódulo calizo, constituído por cristales bien desarrollados de color blanco rojizo. Alrededor de estos cristales hay una costra	

NÚM.	NOMENCLATURA.	LOCALIDAD.
	arcillosa, como producto de la segregación verificada en la roca al cristalizar la caliza	Bernuy.
112	Caliza marmórea, amarillenta y fosilífera..	Santibáñez de Ayllón.
113	Caliza marmórea, de grano fino, color gris y fractura concoidea	Santibáñez.—Camino de Esteban Vela.
114	Caliza marmórea, de color blanco, con abundantes impresiones de Radiolites	Francos.
115	Caliza marmórea, de color amarillento, con manchas moradas y numerosos restos fósiles de Gasterópodos y Terebrátulas	Pedraza.
116	Caliza marmórea, algo arcillosa, de color rojo	Fuentidueña.
117	Caliza marmórea gris, de fractura concoidea, con venas de color morado	La Lastrilla.
118	Caliza semi-cristalina, de color gris, con venas y nódulos espatizados	Zarzuela.
119	Caliza semi-cristalina, anteada, fosilífera y cavernosa	Valdevacas.
120	Caliza semi-cristalina, de color gris amarillento y fractura concoidea	Aldea de la Peña.
121	Caliza semi-cristalina, de color anteado, con restos de Hipurites	Sepúlveda.
122	Caliza semi-cristalina, arcillosa y con restos detríticos de conchas fósiles. Es de color amarillento rojizo	Canteras del Villar.
123	Caliza semi-cristalina de color gris.	Prádena.
124	Caliza blanca zoógena, encerrando algunos granos de cuarzo entre los restos fósiles de Equinodermos, Gasterópodos y Zoófitos que la constituyen	Ciruelos.
125	Caliza gris amarillenta, fosilífera	Encinillas.
126	Caliza amarillenta, fosilífera	Valdevacas.
127	Caliza amarillenta rojiza, fosilífera y de textura cavernosa	Zamarramala.
128	Caliza blanca, de grano fino, cavernosa y fosilífera	Camino de Segovia.—Zamarramala.
129	Caliza amarillenta, fosilífera, de textura cavernosa y con manchas de óxido de hierro	Casla.
130	Caliza blanca amarillenta, de grano fino, textura compacta y con algunos restos fósiles	Ciruelos.
131	Caliza amarillenta, arcillosa y fosilífera.. .	Tejadilla.
132	Caliza arcillosa blanquecina, con restos de Radiolites y Políperos	Río Eresma.—Segovia.
133	Caliza arcillosa fosilífera, de color blanquecino con venas amarillentas	Arevalillo.
134	Caliza arcillosa, amarillenta, muy fosilífera, con restos de Radiolites	Zamarramala.
135	Caliza arcillosa, fosilífera, deleznable y de color blanco, con venas algo rojizas	Guijas Albas.
136	Caliza arcillosa blanca, fosilífera, de textura cavernosa	Linares.

NÚM.	NOMENCLATURA.	LOCALIDAD.
137	Caliza arcillosa, de textura compacta y color rojo................................	Arevalillo.
138	Caliza arcillosa tabular y de color gris.....	Esteban Vela.
139	Caliza arcillosa, blanco-amarillenta, de textura compacta........................	Casla.
140	Caliza arcillosa de color abigarrado, fractura concoidea y textura compacta..........	Santiuste.
141	Caliza arcillosa, de color blanco, con venas amarillentas y textura terrosa...........	Casla.
142	Caliza arcillosa, color blanco agrisado, fosilífera y textura compacta..............	Sepúlveda.
143	Caliza arcillosa de color amarillento, con venas rojizas.........................	Linares.
144	Caliza arcillosa de color gris, con drusas de carbonato de cal cristalizado............	Sepúlveda.
145	Caliza arcillosa de grano fino, color róseo, compacta y excelente para la labra......	Caballar.
146	Caliza arcillosa silícea de grano fino, compacta y de color gris amarillento........	Bernuy de Porreros.
147	Caliza arcillo-silícea, color gris y textura arenosa............................	San Miguel de Bernuy.
148	Caliza arcillo-silícea, de color gris y fosilífera..............................	Olmillos.
149	Caliza arcillo-silícea, de color gris amarillento, cavernosa y fosilífera...........	Caballar.
150	Caliza arcillo-silícea, de color amarillento rojizo, grano fino y con lisos ferruginosos en que hay algunas dendritas..........	La Lastrilla.
151	Caliza arcillo-silícea, amarillenta, compacta, grano fino y susceptible de buena labra..	Margen izquierda del Eresma.
152	Marga fosilífera de color amarillento rojizo y de estructura tabular................	Sepúlveda.
153	Caliza yesífera, color blanco amarillento...	Fuente Pelayos.
154	Arena cuarzo-feldespática de color blanquecino y granos gruesos, procedente de la desagregación de las arcosas............	Villaverde de Montejo.
155	Arenisca arcillosa de grano fino, color blanco amarillento, algo calífera y muy compacta..................................	Río Eresma.—Segovia.
156	Greda abigarrada de grano muy fino.......	Segovia.
157	Arcosa blanquecina, en la que los granos de cuarzo predominan sobre el feldespato caolinizado que los une...............	Charcas de la Piedad.—Segovia.
158	Arcosa rojiza, de grano fino, en capas de dos á cinco centímetros de espesor, separada por costras de caliza blanca terrosa.....	Zamarramala.
159	Arcosa abigarrada fosilífera. El resto fósil que se ve en el ejemplar es el diente de un pez..............................	Zamarramala.
160	Arcosa rojiza de grano grueso y poco coherente..................................	Villanueva de Montejo.
161	Arcosa ferruginosa de grano grueso.......	Rebollo.
162	Yeso cristalino, de color blanco, con venas rojizas y textura compacta.............	Valle de Tabladillo.

NÚM.	NOMENCLATURA.	LOCALIDAD.
	Miocenas.	
163	Caliza blanca rojiza, muy arcillosa, de grano fino y textura terrosa...............	Camino de Villacastín á Monterrubio.
164	Caliza semi-marmórea de color blanco amarillento, con nódulos cristalinos y dendritas de óxido de hierro...............	Cuéllar.
165	Caliza compacta de color blanco, algo arcillosa................................	Cuéllar.
166	Caliza arcillosa, de color blanco, fosilífera, con restos de Limneas..................	Cuéllar.
167	Caliza gris arcillosa, de grano fino y con restos abundantes de Paludinas y Planorbis.	Chañe.
168	Caliza semi-marmórea de color gris.......	Mazagatos.
169	Caliza arcillosa de color gris claro, con drusas cubiertas de metastáticas de cal.................................	Aldealengua.
170	Caliza blanco-amarillenta, semi-marmórea, de grano fino y algo cavernosa..........	Maderuelo.
171	Marga blanquecina con restos de Planorbis y Bithinias............................	Cuéllar.
172	Alabastro yesoso, de color gris, grano fino y estructura tabular....................	Linares.
173	Maciño rojo de grano fino, con algunas partículas de mica......................	Francos.
174	Maciño muy silíceo, de grano grueso y color rojo............................	Esteban Vela.
175	Pedernal gris rojizo, fractura concoidea y textura compacta......................	Escarabajosa.
	Diluvianas.	
176	Conglomerado de guijas de caliza y cuarcita, cimentadas por una pasta roja arcillocalífera.............................	Ayllón.
177	Conglomerado calizo, constituído por guijas de caliza cimentadas por una pasta semicristalina de color rojizo..............	Encinas.
178	Conglomerado de guijas cuarzosas, envueltas por un cimento arcillo-calífero rojo, y muy abundante.......................	Villaverde.
179	Arenisca arcillosa gris rojiza.............	Cantalejo.
180	Sefita ferruginosa, constituída por trozos de pizarra, granos de cuarzo, nódulos de limonita y arcilla micácea. Esta roca es en realidad una brecha formada á expensas de las pizarras silurianas..........	Madriguera.
181	Brecha ferruginosa, con algún cuarzo en granos aislados y fragmentos de pizarra. Puede considerarse esta roca como un mineral de hierro bastante rico.........	Entre El Muyo y Becerril.

NOTA

ACERCA DE LA MINERÍA DE LA PROVINCIA.

Un gran depósito de escorias muy ferruginosas que se halla en el término de Otero de Herreros, á lo cual tal vez deba el nombre este pueblecillo del partido judicial de Segovia; las señales que á su inmediación se ofrecen de grandes excavaciones rellenas de escombros, así como de únos cimientos que parecen indicar la existencia de hornos y otros edificios, y la denominación de Almadenes con que se designa un cerrejón próximo al de La Escoria, demuestran que en remota fecha se explotaron y beneficiaron en aquel paraje grandísimas cantidades de menas que principalmente debieron ser cobrizas y más ó menos argentíferas, según se deduce de algunos ensayos que se dice se han practicado con ellas y de las noticias que á continuación señalamos referentes á minas concedidas con posterioridad en el término de dicho pueblo.

Que los árabes conocieron alguno de los yacimientos de las mencionadas menas, lo demuestra el nombre de uno de aquellos cerros; pero ya no es tan fácil decidir si los explotaron, por más que por allí se haya mencionado la existencia de algún pozo antiguo de sección cuadrada; siendo sí evidente que los romanos fueron quienes beneficiaron los citados criaderos, por lo menos en su mayor parte, pues lo atestiguan suficientemente las monedas de Trajano (y parece que también alguna más antigua, ó de Augusto) y los fragmentos de utensilios de barro con la inscripción

L. AVLÆ SVRIS

que se han recogido entre las mismas escorias.

Mas cualquiera que fuera la importancia de las explotaciones mineras en la provincia de Segovia durante la dominación romana, explotación que se limitó á la localidad referida, una vez que fuera de ella no sabemos que en ninguna otra se muestren análogos vestigios,

la industria de que tratamos sólo ha ofrecido después escasísimo interés en el territorio de nuestro estudio, por más que se hayan citado en él diversos criaderos metalíferos y se hayan reconocido algunos de ellos con cierta detención, aun cuando siempre con éxito desgraciado.

Esta nota es, pues, más bien que una reseña minera, un resumen histórico de las tentativas hechas en el país para el aprovechamiento de los mineros; y como ni nos sería fácil ni á nada conduciría el escudriñar datos anteriores á los que suministra el *Registro y Relación general de minas de la Corona de Castilla*, he aquí, desde luego, los que pueden entresacarse de ese trabajo:

En carta de 23 de Mayo de 1417, Ferrando Sánchez y Ferrando de Robledo participaron al Rey D. Juan II que habían hallado un venero de *margajitas argénteas* en tierra de Aillón, cerca del puerto que dicen de La Vieja.

En 1556 se dió licencia para buscar minas durante ciento veinte días en término de la ciudad de Segovia.

En 11 de Marzo de 1557 se concedió en Valladolid cédula para beneficiar una mina de oro, plata y otros metales en la sierra del término de Navafría, cerca del pinar.

En 8 de Marzo de 1558 se extendió en Madrid una carta para que las justicias dejasen á Andrés González Briceño descubrir y beneficiar ciertas minas del Campo Azálvaro (1), donde había grandes cuevas.

En 30 de Septiembre de 1570 se registró una mina de diferentes metales en la venta de Santillana (hoy del término de Honrubia), y en 20 de Agosto de 1574 otra en idéntico paraje, si es que no era la misma.

Á 22 de Febrero de 1585 se concedió en Madrid carta para labrar dos minas de plata, cobre y otros metales en término de Cerezo de Arriba, una de ellas donde decían Rioseco, y la otra en Las Hontanillas. La de Rioseco debió creerse de alguna importancia, puesto que por Real cédula de 1.° de Julio de 1589 se ordenó al Tesorero general se entregara á Juan Sanz, de Toledo, y consortes 1000 ducados en recompensa de la cesión que del minero habían hecho á la Corona.

En 20 de Marzo de 1587 se extendió otra carta autorizando el beneficio de ciertas minas situadas en El Retamal y en la cuesta de

(1) Ya sabemos es una llanura rodeada de sierras que, empezando en la provincia de Segovia, se extiende por la de Ávila.

San Pedro, y otra de plata ó plomo en La Huelga, todas ellas en el término del referido Cerezo de Arriba, y estas mismas minas se volvieron á conceder á otros interesados en 1588 y 1589.

En 14 de Octubre de 1587 se concedió la explotación de una mina de plata y cobre en la jurisdicción de Sepúlveda, entre el repetido Cerezo de Arriba y la sierra de Riaza, cerca de la ermita de San Benito.

Por carta de 14 de Septiembre de 1601 se ordenaba se dejase beneficiar una mina de cobre y plata en el cerrillo de los Almadenes, en Otero de Herreros; otra, también de cobre y plata, en otro cerro en pirámide con laderas vertientes, situado frente al anterior, y otras dos, asimismo de cobre y plata, en los escoriales.

Esa misma carta autorizaba el beneficio de una mina de cobre situada á un cuarto de legua de Segovia en el camino de Madrid.

Por cédula de S. M., dada en 7 de Diciembre de 1628, se autorizó á D. Roque Luis del Corral para beneficiar las minas que hallase en la villa de Carrascal, junto á un castillo antiguo que se llama Segoviola.

En 8 de Marzo de 1631 se concedió la explotación de una mina de plomo, cobre y plata en el camino de Segovia á la venta de Santillana, tres cuartos de legua á la mano derecha del camino de la corte.

Finalmente, en 2 de Abril de 1640 se extendió cédula para que Francisco González de Santa Cruz, labrase una mina de plata y otros metales en Valsequillo, á media legua de Cerezo de Arriba, en una solana.

En las *Memorias políticas y económicas sobre los frutos, comercio, fábricas y minas de España*, por Larruga, además de las cédulas de 7 de Diciembre de 1628 y de 2 de Abril de 1640, acabadas de citar, se señalan las siguientes, que no aparecen en el Registro de que hemos tomado los datos precedentes:

Una de 26 de Diciembre de 1624, por la que Felipe IV facultaba á D. Antonio de Silva y D. Manuel Núñez, regidores de Madrid, para beneficiar una mina que producía cobre que tocaba en oro, que habían descubierto en término de Segovia.

Otra de 13 de Abril de 1625, dando permiso á Francisco de Landeras, Juan Cuende, Antonio Morante y Juan Navarro, vecinos de Madrid, para administrar una mina de plata en el término de El Moral, por encima de la cerca del Rebentón y arrimada á ella.

Una de 15 de Junio de 1625, autorizando á los regidores de Madrid poco há mencionados para que administrasen otras dos minas de cobre y otros metales que habían descubierto en término de la ciudad de Segovia, llamada una de ellas de la *Cabezuela*, y la otra de la *Cruz del Puerto*, las cuales se hallaban situadas junto á otra que tenían registrada donde dicen el río Sopa.

Otra de 13 de Junio de 1626, dando licencia á Juan Navarro, vecino de Madrid, para administrar tres minas de oro y cobre en término de Becerril.

Otra de 22 de Julio de 1626, autorizando á Francisco Soriano para administrar dos minas de plata y otros metales en la jurisdicción de la ciudad de Segovia, una de ellas entre el arroyo Balhondillo y otro que se le juntaba frente una mata de espinos grandes, al oriente, y la otra entre dos arroyos que se unían al Balhondillo por la parte de arriba y junto á una gran peña, al oriente.

Una de 13 de Enero de 1631, para que Juan Moreno, vecino de Miraflores de la Sierra, beneficiase cinco minas de diferentes metales que descubrió en término de la ciudad de Segovia.

Otra del 15 del mismo mes y año, dando licencia á Francisco Soriano, Miguel de Amor y Alonso Prado para que beneficiasen una mina de plata y plomo, á estacas de las antecedentes, en el sitio que llaman El Guijo y Las Gallegas.

Otra del 15 de Junio del mismo año 1631, autorizando á Alonso Barrera, maestro de obras de Madrid, para que administrase una mina de diferentes metales en el término de la ciudad de Segovia, que lindaba con un cerrado del lugar de Peregrinos (1), que junto á él tenía un prado, y por la parte abajo un arroyo que sólo lleva agua cuando llueve.

Otra de 27 de Agosto del repetido año 1631, para que Francisco Andrés de Palacios y Juan Martín, vecinos de Colmenar Viejo, beneficiasen unas minas en la jurisdicción de Segovia, libres de derechos por cuatro años.

Una de 5 de Junio de 1709, dando permiso á D. Francisco de Revilla, vecino de Riaza, para que labrara una mina antigua que se tenía por de plata y se hallaba en el sitio de Las Peñas del Nazar, en término de aquella villa.

Una de 13 de Octubre de 1719, permitiendo á D. Juan Martínez

(1) Hoy de la provincia de Ávila.

de Perea, vecino de Toledo, para que por término de cuatro meses pudiera profundizar en busca de un filón, que creía indicaban varias crestas y piedras con señales de plata, que había reconocido en jurisdicción de la villa de Riaza y nacimiento que llaman del arroyo de las Matillas, cerca del camino que por la falda de la sierra va á Nuestra Señora de Hontanares, facultándole también para hacer ensayos.

Una de 9 de Agosto de 1725, autorizando á Francisco Antolín para administrar una mina de plomo que estaba ya trabajada y desierta en término de la ciudad de Segovia; y

Otra de 3 de Julio de 1773, para que D. José de Torres y Rivera, vecino de Nava de Roa, pudiera beneficiar dos minas de cobre que había descubierto, una de ellas en el sitio llamado La Peña de la Fuente, en territorio del lugar de Villalvilla, frente de una imagen que llaman Nuestra Señora del Lirio, á distancia de él cuarto y medio de legua, y la otra en el paraje de Los Covachos, del término de Honrubia.

Como se ve, en un lapso de cerca de cuatro siglos fueron bien pocas las minas que se registraron en territorio segoviano; y aunque hay que tomar en consideración que varias de ellas fueron objeto de repetidas concesiones, no consta que de ninguna se obtuvieran resultados provechosos.

Desde la publicación del Real decreto de 4 de Julio de 1825, y con especialidad desde el año 1840 al de 1859, se solicitaron muchas concesiones, principalmente de cobre, algunas de plomo y corto número de oro, plata, antimonio, hierro y hulla; pero, ya por no haber correspondido los criaderos á las esperanzas de los registradores, ó ya por falta de constancia y capitales, el hecho es que al publicarse la estadística oficial del ramo correspondiente al año 1861, sólo se hallaban en labor, y aun con tendencias de inmediato abandono, algunas de cobre en los términos de Villacastín, Espinar y Zarzuela del Monte, sin que para nada se citen las de plata que por entonces ó poco antes se trabajaron en el robledal del término de Serracín, llamado Mingohierro, y que se mencionan en el *Diccionario* de Madoz, en cuyo sitio se mostraba también la pretendida hulla y que no era otra cosa que las ampelitas grafitosas silurianas de que hemos hablado en la Descripción geológica.

He aquí ahora lo que la mencionada estadística nos dice desde esa fecha hasta la actual, ampliando un poco sus noticias con las que se

conservan en las oficinas del distrito y nos ha facilitado el Jefe del mismo, nuestro amigo el Sr. Domínguez, y con lo que resulta de nuestras propias observaciones.

Las minas que existían en 1861 eran siete; pero aun cuando todas figuraban como productivas (bien que en esto debió padecerse alguna equivocación), sólo suministraron 600 quintales métricos de mineral de cobre.

Las principales eran las tituladas *Reina* y *San Quintín*, en término de Espinar, en las cuales era objeto de explotación el mineral cobrizo que presentaba un filón de cuarzo con piritas de cobre y de hierro. La dirección de ese filón es de NO. á SE., con inclinación de 60° al SO., enclavado en un granito bastante caolinizado, y las menas, limpias de la ganga, no pasaban de una ley de 4 por 100. Las labores en la primera de dichas minas consistían en un pozo de 30 metros de profundidad y dos galerías de dirección, y en la segunda únicamente se había labrado un pozo de 12'50 metros de bondura.

Anejo á esas minas existía un taller de preparación mecánica, que consistente en un bocarte de dos baterías y dos mesas de percusión, movido todo por una rueda de cajones, sólo funcionó en algunos ensayos, y que se desmontó ó arruinó pronto, pues ya no se hace mención de él á partir del año 1863.

Los registros que en la fecha citada existían en Villacastín y Zarzuela del Monte pertenecían á una sociedad, y exceptuando dos de ellos, que tenían el uno un socavón de 35 metros y el otro un pozo de 18, los demás únicamente ofrecían la labor legal indispensable entonces para la demarcación de las minas. Se consideraba como mineral beneficiable los carbonatos azul y verde de cobre que impregnan unos filoncillos de cuarzo enclavados en granito, y que también pasan á esta misma roca. Su dirección es de E. á O., y la inclinación, bastante uniforme, de 80 á 85° al S. Los de Villacastín se muestran unos á la inmediación del terreno cretáceo y otros á la del diluvium, y los de Zarzuela junto al contacto de las rocas graníticas y cretáceas.

En el mismo año 1861 existía todavía, aunque en ruinas, la forja catalana de Villacorta, á que hemos aludido en la página 194, y por ese tiempo se llevaban también á una fábrica establecida en Somolinos (Guadalajara) algunas cantidades de las brechas ferruginosas de Becerril y de los filones de hierro oligisto grafitoide que se hallan al sur de Madriguera, que asimismo quedan mencionados más atrás; pero la explotación de unos y otros cesó pronto.

Se aumentaron en 1862 con una nueva las concesiones existentes en la provincia, de modo que llegaron á ocho; pero no hubo producción en ninguna de ellas. En 1863 se redujeron á seis, por haber caducado dos de aquéllas, y en 1864 únicamente persistían las *Reina* y *San Quintín*, del término de Espinar, que sin haber dado nuevos productos desde 1861, ni darlos en los años siguientes, llegaron á caducar, una de ellas en 1866, y la otra en 1870.

Puede decirse que en 1871 no existía ninguna concesión minera en la provincia, pues aunque se demarcó una de antimonio con 12 hectáreas en el paraje llamado Puente de las Cabras, en término de Cerezo de Arriba, no se expidió su título de propiedad hasta el año siguiente. Esta mina, á que se dió el nombre de *María*, se registró sobre un filón de cuarzo de 50 centímetros de espesor, dirigido de NO. á SE., con inclinación de 30° al SO., el cual, enclavado en terreno estrato-cristalino, ofrece antimonio sulfurado y arsenical y manchas de rejalgar.

La concesión *María* es la única á que se hace referencia en el período de 1872 á 1879, pero sin que diese ningún producto hasta que caducó en 1880.

En este año se registró y concedió la mina de cobre titulada *Revenga*, con 12 hectáreas de superficie, en el paraje El Soto, del término del pueblo de aquel mismo nombre, donde aparecía, sobre un filón de cuarzo enclavado en terreno estrato-cristalino, un pozo antiguo de 3'5 metros de hondo por 2 de sección. Algunas labores debieron practicarse en profundidad, puesto que desde luego esta mina produjo 600 quintales métricos de mena de cobre con ley de 9 por 100; pero aun cuando no caducó hasta el año 1884, no se le volvió á asignar nueva producción. En la actualidad las aguas la llenan por completo.

En 1881 se contaban, además de la concesión *Revenga*, otras 10, á saber: una de amianto (*San Cornelio*), en término de Muyo, donde efectivamente ya hemos dicho que existe esa substancia; 3 de hierro (*San Cipriano*, *San José* y *Santa Catalina*), también en término de Muyo; otras 3, asimismo de hierro (*La Cruz*, *María Pía* y *Natividad*), respectivamente situadas en términos de Riaza, Becerril y Serracín; una de hierro argentífero (*Mercedes*), en Becerril, y 2 de cobre (*San Antonio* y *Vulcano*), la primera en Huerta, y en Otero de Herreros la segunda; pero de éstas caducaron en 1882 la de amianto y las dos de cobre de los términos de Huerta y de Otero, quedan-

do, por consiguiente, subsistentes las de cobre, de Revenga; la de hierro argentífero, de Becerril, y 6 de hierro en Serracín y Muyo, más otras dos, solicitadas también como de hierro, que se concedieron en el mismo año.

De todas ellas apenas puede decirse más sino que en la de *San Cipriano*, de Muyo, existió una calicata antigua de 3m'50 de largo, 1'5 de ancho y 2 de profundidad, abierta en pizarras negras piritíferas, en la que se descubría un filoncillo de cuarzo de 30 centímetros de espesor, teñido por óxidos de hierro y dirigido de NE. á SO. Además cerca de la primera calicata había otra más pequeña sobre otro filón, próximamente paralelo al anterior, también de cuarzo, y de un metro de espesor.

En el 1883 no caducó ninguna mina, sino que, por el contrario, además de ampliarse la superficie correspondiente á la *Mercedes*, de hierro argentífero, sita en Becerril, se otorgaron otras 20, que fueron: una de hierro aurífero, titulada *Santa Águeda*, en Serracín; 12 de hierro argentífero, de ellas 3 en Becerril, 3 en Serracín, 4 en Muyo, una en Cerezo de Arriba y una en Riaza; y 7 de hierro, distribuídas 5 en Becerril y 2 en Serracín; de modo que, al finalizar el año, el total de concesiones era de 30, á saber: 14 de hierro, 14 de hierro argentífero, una de hierro aurífero y una de cobre, sin que conste se practicasen más labores que un socavón de 15 metros de longitud normal á la estratificación de las pizarras silurianas, que se abrió en una de las concesiones argentíferas de Muyo, la cual llevó el nombre de *Santa Clara*. Ese socavón cortó una veta de cuarzo que presenta en algunos puntos pirita de cobre.

Es notable, por más que en realidad á nada haya conducido, el considerable número de registros otorgados durante ese último año, y que entre ellos muchos se solicitasen como de minas de hierro; pero este movimiento y esa circunstancia, iniciados ya el año 1881, tienen explicación muy sencilla. Sabido es, en efecto, que en el 1876 se señalaron en el término de La Nava de Jadraque, de la inmediata provincia de Guadalajara, unos yacimientos auríferos, y este acontecimiento, unido á la creencia antigua de que en ciertos puntos de la de Segovia existe el más codiciado de los metales, avivaron la actividad de los registradores de minas, acaso más decididos á negociar sus concesiones que á emprender en ellas verdaderos trabajos de investigación. Que el oro se presenta, efectivamente, en algunos filoncillos ferruginosos de Madriguera, Serracín, Muyo y Becerril, y

en otros cuarzosos del término de Riaza es un hecho comprobado por los ensayos que con repetición se han practicado de muchos años á esta parte en el laboratorio de la Escuela de Minas; pero esos ensayos no han demostrado que las menas de que procedían los ejemplares estudiados sean beneficiables, pues el ejemplar que más, ha dado 285 gramos de oro para una tonelada de mineral escogido, y los resultados de los demás ensayos han distado mucho de ese límite.

Asimismo algunos de los filones de cuarzo que cortan las rocas silurianas y estrato-cristalinas, principalmente en los partidos judiciales de Riaza y Sepúlveda (véase pág. 153), contienen piritas arsenicales más ó menos argentíferas; pero aun cuando el ingeniero Don Luis Villar, nuestro amigo, refiere en su Memoria correspondiente á la estadística de 1887 á 1888 que tuvo ocasión de ver en casa de un farmacéutico de Segovia un botón de plata en su copela, resultado del ensayo de una muestra procedente de un filón de Becerril, y que de haberse empleado en aquél la cantidad de mineral que generalmente se toma para esas operaciones representaría una ley muy fuerte, la verdad es, y así lo reconoce nuestro compañero al agregar que ese es el único dato favorable para aquellos criaderos que ha podido recoger, que á no ser en el cerro Mingohierro, de Serracín, donde el vulgo asegura que se han extraído cantidades de mineral de alguna consideración, las investigaciones en los criaderos argentíferos del país no han sido fructuosas.

Por lo demás, nada más natural sino que, tanto en la provincia de Segovia como en cualquiera otra, la mayor parte de las concesiones mineras se soliciten sencillamente como de mineral de hierro, una vez que de ese modo, puesto que la ley no exige la presencia de ninguno beneficiable para otorgar el correspondiente título de propiedad, mientras las minas no entran en producción pagan el mínimo de canon de superficie.

Durante el año 1884 caducó la concesión *Revenga*, otorgada, como queda dicho, en 1880, y una de las de hierro, quedando subsistentes las 28 restantes, ó sean la *Santa Águeda*, en Serracín, de hierro aurífero; 14 de hierro argentífero y 13 de hierro; pero como el desengaño respecto á la importancia de las menas auríferas y argentíferas, que, cualquiera que fuese la concesión que se solicitara, era lo que se perseguía, cesó pronto, se abandonaron 18 de aquéllas en 1885 y cuatro más en 1886, sin que en ese período se concediesen otras nuevas; de modo que al finalizar éste sólo quedaban las seis

siguientes: *Santa Águeda*, de hierro aurífero, en Serracín; *Mercedes* y su ampliación, de hierro argentífero, en Becerril; *La Perla*, de hierro argentífero, en Becerril; *Margarita*, de hierro argentífero, en Becerril; *San Antonio de Padua*, de hierro argentífero, en Serracín (cerro Mingohierro); *María Pía*, de hierro, en Becerril: todas ellas de 12 pertenencias, excepto la *Mercedes*, que después de ampliada cuenta 16, y todas en la situación de improductivas desde que se concedieron en 1881 las *María Pía* y *Mercedes*, y en 1883 todas las demás.

Á fin de Diciembre de 1887 subsistían esas mismas seis concesiones, á las cuales se agregaron en el segundo semestre del año siguiente otras tres situadas en la Peña del Rayo, del término de Arcones, respectivamente denominadas *Nuestra Señora de la Natividad*, *La Infalible* y *La Brújula*, que cuentan 24 pertenencias la primera y 12 cada una de las otras dos, y una con 18 pertenencias, llamada *La Española*, demarcada en el cerro de La Escoria, del término de Otero de Herreros. De estas concesiones, la *Nuestra Señora de la Natividad* se solicitó como de hierro argentífero; *La Infalible* como de hierro y otros metales, y *La Brújula* y *La Española* como de hierro.

Según los informes recogidos por el ingeniero D. Luis Villar, que en 7 de Agosto de 1888 demarcó esa última mina sobre los escoriales á que nos hemos referido al comienzo de esta nota, y de los cuales da noticia en su Memoria, más arriba mencionada, de lo que se trata es de fundir con las escorias losas para pavimentos toscos y algunas otras piezas de construcción, y procurar hilar las mismas escorias para que el producto sirva como revestido aislador de las tuberías de vapor, según se hace en los Estados Unidos.

Sin duda que esto no es difícil obtener, pero más utilidad habría, en el supuesto de que efectivamente sean escorias argentíferas, aprovechando el metal que contengan, si su beneficio resultara ventajoso, lo cual al primer golpe de vista aparece muy poco probable; pero, de todos modos, ello es que en un folleto, suscrito por D. Carlos de Lecea y García en 19 de Junio de 1890 é impreso en Segovia (1), los propietarios de la mina *La Española* ofrecen facilitar la explotación del criadero que disfrutaron los romanos á cualquiera Compañía seria y formal que, empezando por acometer las

(1) *Consideraciones acerca de lo que fué en lo antiguo y lo que puede ser en la actualidad la mina titulada «La Española,» en Otero de Herreros* (12 páginas en 4.°) Segovia, imprenta de Ondero, Juan Bravo, 10 y 12. 1890..

exploraciones que parezcan mejores y por estudiar el asunto con la debida madurez quiera llevarlo á cabo.

Dudoso se nos hace que todas las menas beneficiadas en Otero procedieran de un solo criadero, aunque éste fuera de los que se llaman en *masa*, porque los antiguos no pudieron descender sino á una profundidad muy limitada, y el repetido escorial bien merece la calificación de enorme [1], no habiendo, por otra parte, nada que se oponga á que á ese paraje se condujeran minerales de otros puntos más ó menos distantes, porque aquél fuese por sus condiciones (que, á la verdad, habían de ser muy diferentes á las que hoy ofrece, sobre todo en lo que se refiere á la vegetación que suministrase el combustible necesario para las fundiciones) el más adecuado para el objeto; pero, como ya hemos dicho, es innegable que en la localidad se explotaron uno ó más, y sería muy aventurado el suponer que se agotaron.

Como quiera que sea, relacionados ó no con esos criaderos, *La Española* comprende dentro del perímetro de su demarcación unas crestas de cuarzo que, á poniente del escorial repetido y enclavadas en un granito gneísico, junto al contacto de esta roca con las cretáceas, señalan un filón que marcha de N. á S., con espesor medio de un metro próximamente, filón que muestra en una calicata manchas de pirita, carbonatos y óxidos de cobre, óxidos de hierro y, según el referido Sr. Lecea, blenda y mineral de níquel. Por nuestra parte, ni confirmamos ni negamos ese último aserto, porque, al visitar la localidad sin que de ella poseyéramos ningún antecedente, no podíamos detenernos en detalles que se separaban de nuestro objeto principal; pero le dan verosimilitud, si son exactos, los ensayos que el mismo Sr. Lecea dice que practicó el malogrado ingeniero aleman Carlos Riensch sobre algunas muestras que, procedentes de las labores antiguas, pudo éste recoger á la inmediación de las mismas, y cuyos resultados dió en una Memoria publicada en Marzo de 1889, que hemos buscado en balde. Según esos ensayos, las citadas muestras contenían:

(1) El Sr. Lecea calcula en el folleto mencionado que el escorial de que se trata mide unos 200000 metros cúbicos, y á esta cantidad habría que agregar la de escoria que durante mucho tiempo se ha empleado para el firme y recebo de la carretera de Madrid á San Ildefonso y Segovia en un trecho de cuatro á seis quilómetros.

Mineral de cobre en forma de óxido..............	8	por 100.
— de níquel con arsénico, en aspecto verde....	5	—
— de zinc (blenda), con aspecto negro.......	30	—

resultado que trasladamos literalmente, tomado del folleto acerca de la mina en cuestión.

Volviendo ya á nuestro interrumpido relato, lo terminaremos agregando que ni en el año 1889 ni en el 1890 ha caducado ninguna de las diez concesiones que en la provincia existían al terminar el 1888; pero tampoco en esos dos años se ha otorgado ninguna otra nueva.

En resumen: aparte de las menas de hierro de calidad muy mediana que constituyen las brechas cuaternarias, más de una vez mencionadas en nuestro trabajo, y de los filones de hierro oligisto grafitoide, á veces ligeramente aurífero, que se hallan en la mancha siluriana de la sierra, todos los criaderos metalíferos de la provincia de Segovia se reducen á filones de cuarzo, escasamente metalizados en las zonas en que se han reconocido, y de espesor que pocas veces llega á un metro, encajados, ya en el mismo sistema siluriano, ya, con más frecuencia, en la formación granítica y, sobre todo, en la estrato-cristalina; pero ninguno de los que hoy se conocen se halla suficientemente explorado para permitir una descripción detallada de la que se dedujera alguna consecuencia industrial ó científica.

Insignificante es, pues, como desde luego hemos dicho, el interés que la minería ofrece en la provincia de Segovia; bastando recordar, en corroboración, que todos los productos que para ella da la estadística oficial desde el año 1861 acá, se reducen á 1200 quintales métricos de mena de cobre, ó sean 600 que se obtuvieron en ese mismo año citado, y otros 600 en el de 1880. Ojalá que las exploraciones que se practiquen en Otero de Herreros ó en cualquiera otra comarca hagan que en adelante el disfrute de los metales llegue á adquirir la importancia que hoy no tiene, y que esa importancia se traduzca en grandes beneficios para los industriales y el país.

ÍNDICE.

DESCRIPCIÓN FÍSICA.

SITUACIÓN Y LINDEROS.

OROGRAFÍA.

Cordilleras y sierras.

Valles.

Llanuras.

Págs.

HIDROGRAFÍA.

Ríos y arroyos.

Fuentes.

Págs.

Fuentes medicinales.

Pozos.

Lagunas y charcas.

Aguas subterráneas y artesianas.

ROCAS HIPOGÉNICAS.

Consideraciones generales.

Datos locales.

Págs.

Origen, transformaciones y usos de las rocas graníticas.

SISTEMA ESTRATO-CRISTALINO.

Consideraciones generales.

Págs.

Datos locales.

Origen, transformaciones y usos de las rocas estrato-cristalinas.

SISTEMA CAMBRIANO.

Consideraciones generales.

Datos locales.

Págs.

Origen, transformaciones y usos de las rocas cambrianas.

SISTEMA SILURIANO.

Consideraciones generales.

Datos locales.

Origen, transformaciones y usos de las rocas silurianas.

SISTEMA TRIÁSICO.

Consideraciones generales.

230

Págs.

Datos locales.

Origen, transformaciones y usos de las rocas triásicas.

SISTEMA CRETÁCEO.

Consideraciones generales.

Datos locales.

Págs.

Origen, transformaciones y usos de las rocas cretáceas.

SISTEMA MIOCENO.

Consideraciones generales.

Datos locales.

Origen, transformaciones y usos de las rocas miocenas.

SISTEMA DILUVIAL.

Consideraciones generales.

Datos locales.

Origen, transformaciones y usos de las rocas diluviales.

CATÁLOGO DE ROCAS.

NOTA ACERCA DE LA MINERÍA
DE LA PROVINCIA.

Pizarras, cuarcitas. &c.

Areniscas y almendrones.

Calizas y arkosas.

Maciños, margas y calizas

Calizas, margas, aluviones, tobas y tierra vegetal.

Granitos, porfidos. &c.

EDAD GEOLÓGICA

DE LOS TERRENOS DEL TERRITORIO DE MORÓN DE LA FRONTERA

POR

D. SALVADOR CALDERÓN Y ARANA

Catedrático de Historia Natural en la Universidad de Sevilla.

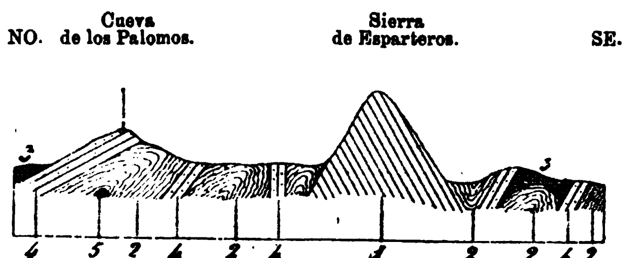
Los que nos dedicamos en España al estudio de la Geología, casi nunca podemos determinar la edad de las capas con la precisión á que llegan los extranjeros en sus trabajos estratigráficos. Esta incertidumbre en que solemos quedar, al menos los que estudiamos el terreno con nuestros solos recursos, no depende de desconocimiento del pormenor realizado en otros países, ni menos de no concederle su verdadera importancia, sino de la falta de obras de determinación y de ejemplares de consulta, y de la dificultad también de dar con yacimientos fosilíferos; hallazgos que generalmente no se logran sino mediante exploraciones muy reiteradas.

Nosotros hemos visitado repetidas veces el término de Morón con objeto de estudiar sus ofitas y sus magníficos yacimientos diatomáceos, y sólo en la última hemos tenido la fortuna de encontrar fósiles que, consultados con especialidades tan eminentes como los Sres. Munier-Chalmas, Schlumberger y el Dr. Kilian, nos han permitido fijar por primera vez con toda exactitud la edad de las capas de dicha región.

Los terrenos de que vamos á ocuparnos son dos exclusivamente:

el lías y el eoceno, los cuales componen una dilatada banda que corre de SO. á NE. desde Chiclana, en la provincia de Cádiz, hasta la de Málaga, en la que interna, atravesando la de Sevilla: en toda ella el eoceno forma un suelo quebrado y pantanoso, y el lías descuella en islotes montañosos calizos.

Para fijar las ideas, vamos á limitarnos á explicar el adjunto corte esquemático de la sierra de Esparteros, el cual bastará para esclarecer algún tanto la estructura y cronologia, aún poco conocidas, de esta parte de Andalucía.



5.—Ofita.
4.—Caliza del eoceno medio, á veces cambiada en yeso ó dolomitizada.
3.—Formación diatomácea.
2.—Margas abigarradas con yesos y algunas capas calizas.
1.—Caliza del lías inferior.

Núm. 1. Caliza liásica de la sierra de Esparteros ó de Montejí. Es compacta, casi cristalina, y se halla convertida frecuentemente en un mármol veteado, que se llama *jaspe* en el país, de vistoso aspecto. En él sólo se habían hallado algunos *Ammonites (Perisphinetes, Hoplites, Peltoceras)* indeterminables, y se suponía jurásica esta sierra por analogía; pero en nuestra última excursión hemos tenido la suerte de encontrar, además de muchos *Ammonites* de gran tamaño y medianos, una capa de caliza de braquiópodos, entre los que ha reconocido el Dr. Kilian tres especies características del lías inferior:

Zeilleria Partschi, Opp. sp.,
— *hierlatzica*, Opp. sp.,
Rhynchonella regia, Rothpl.

Al lado de estas especies hay la *Spiriferina* cf. *Haneri*, Sness, también del lias, y una serie de pequeños braquiópodos muy difíciles de determinar.

Las tres especies antes citadas no sólo precisan la edad de esta formación, sino que descubren marcadamente la *facies de Hierlatz*, de los Alpes orientales, siendo notable la analogía que presenta la roca que empasta los fósiles de la localidad española y la alpina.

Pasemos al reconocimiento de las capas eocenas, generalmente tomadas hasta aquí como triásicas por el aspecto análogo al del Keuper que el metamorfismo les ha comunicado. En nuestro primer estudio sobre las rocas diatomáceas, realizado en colaboración con D. Manuel Paul [1], afirmamos ya la edad eocena de estas formaciones, fundados en el descubrimiento de sus diatomeas y en haberlas visto reposar bajo el mioceno, junto á la estación de Morón, y descansando en la sierra vecina sobre las calizas, que ya suponíamos jurásicas. En otro trabajo posterior [2] detallamos algún tanto dichas relaciones estratigráficas; pero careciendo de comprobaciones paleontológicas terminantes y sin poder precisar todavía la edad que, dentro del terreno eoceno, correspondiera á las formaciones de que vamos á ocuparnos.

Núm. 2. Margas abigarradas, azules, moradas, verdosas, con bancos de yeso y capitas intercaladas de arenisca y de caliza. Esta formación es rica en sal común interpuesta en las arcillas, y contiene cuarzos hematoideos y aragonitos, los acompañantes habituales del Keuper, que son debidos, así como el abigarramiento de las arcillas, á fenómenos epigénicos producidos, á nuestro juicio, por el arrastre de substancias desde el terreno triásico infrayacente y por las poderosas acciones orogénicas á que ha estado sometida toda esta región metamorfoseada.

(1) *La Moronita y los yacimientos diatomáceos de Morón*. Anales de la Sociedad española de Historia natural, tomo XV, 1886.

(2) *La région épigénique de l'Andalousie et l'origine de ses ophites*. Bull. de la Soc. géol. de France, 3e sér., tomo XVII, 1888.

Núm. 3. Formación diatomácea (moronita). Constituye un conjunto de capas de variable espesor, pero que pasa de 80 metros en lo conocido en la cuesta de Los Orcaderos. En otro lugar hemos expuesto los caracteres de esta roca y su extensión, y por esto no los hemos de repetir aquí. La prematura y desgraciada muerte del insigne diatomista español D. Alfredo Truan, que había emprendido el estudio de las admirables algas que contiene esta roca extraordinaria, nos ha privado de saber si entre ellas había especies características del terreno en que yacen. Á falta de datos tan importantes, tratamos de suplirlos con el reconocimiento de los foraminíferos que encierra dicha moronita, y consultando la cuestión con el eminente y amable especialista el ingeniero Sr. Schlumberger, ha tenido la bondad de comunicarnos el resultado de sus observaciones. Disociada la masa con ayuda del sulfato de sosa, ha obtenido los foraminíferos puros, que constituyen en algunos sitios un barro de *globigerinas*, que indica haberse formado en un mar muy profundo. Este género no se ha citado, que sepamos, en el eoceno de Andalucía.

Es de notar que la roca diatomácea no presenta un carácter uniforme: en unos sitios (hacienda del Pintado, sobre todo) es eminentemente silícea y rica, por tanto, en diatomeas, al paso que en otros es más caliza que silícea, y entonces dominan en ella los foraminíferos, hasta convertirse en una caliza de *globigerinas*, como la que hemos recogido en Coripe.

Núm. 4. Caliza eocena, compacta, grisácea y bastante metamorfoseada. Después de haber buscado en vano en ella fósiles repetidas veces, en nuestra última excursión á Morón hemos podido al fin dar con un estrato rizopódico en la cima del serrijón de Los Charcos, en la cual caliza el Sr. Munier-Chalmas ha podido comprobar la existencia de los

Nummulites Murchisoni, Brunner,
— *atessica*, d'Arch.

Ambas especies, que hasta ahora no han sido citadas en Andalucía, caracterizan al eoceno medio.

Núm. 5. Una erupción de ofita del tipo diabásico, de las muchas que se encuentran por todas partes en la región, dando testimonio de los grandes trastornos que ésta ha experimentado.

Este corte, sumariamente descrito, da una idea de la estructura y edad de las rocas dominantes en una gran parte de la región epigénica de las provincias de Cádiz, Sevilla y Málaga en la zona á que haciamos antes referencia, con pequeñas variaciones locales y prescindiendo de muchos detalles, cuya enumeración requeriría mayor extensión de la que nos hemos propuesto dar á esta nota, encaminada solamente á fijar la edad geológica de los terrenos del término de Morón.

ESTUDIOS

RELATIVOS AL

TERREMOTO OCURRIDO EN ANDALUCÍA

EL 25 DE DICIEMBRE DE 1884

Y Á LA

CONSTITUCIÓN GEOLÓGICA DEL SUELO

CONMOVIDO POR LAS SACUDIDAS

EFECTUADOS POR

LA COMISIÓN DESTINADA AL OBJETO

POR

LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE PARÍS [1]

(Del tomo XXX de las Memorias presentadas á la Academia mencionada)

(1) Véase el tomo XVI de este BOLETÍN, pág. 297.

ESTUDIO GEOLÓGICO

DEL SUR DE ANDALUCÍA

ENTRE LAS SIERRAS TEJEDA Y NEVADA

POR MM. CHARLES BARROIS Y ALBERT OFFRET.

INTRODUCCIÓN.

Los valles que han dado á la Andalucía su reputación de encantadora y que le valieron el nombre antiguo de Jardín de las Hespérides, deben su propia existencia á una red de montañas que, abrigándolos de los fríos del norte, al mismo tiempo que les aseguran humedad suficiente, hacen de ellos la estufa de la Europa, expuesta únicamente á las corrientes atmosféricas que van del continente africano.

Esas montañas se designan con una porción de nombres diferentes: la cadena más occidental es la que forma la serranía de Ronda, que se continúa á levante hacia la elevada sierra Nevada por los macizos de las sierras Tejeda, de Alhama y Almijara, mientras que la más oriental de las que hemos estudiado es la de Baza, formando el conjunto de todas ellas la cordillera Bética, que separa la cuenca del Guadalquivir de la del Mediterráneo.

Los tajos profundos que dividen esa cordillera en los segmentos que acabamos de enumerar, no son sencillas divisiones superficiales ó barrancos debidos á la acción de los agentes atmosféricos y de las aguas superficiales, sino que, plegada á impulso de las fuerzas endógenas, se rompió, con posterioridad á la época triásica, en diversos fragmentos que resbalaron unos sobre otros y cuyos límites se acentuaron merced á las denudaciones terciarias y posterciarias.

Para su descripción hemos creído conveniente agrupar esas cadenas en dos macizos distintos: el de Vélez-Málaga, que comprende las

sierras Tejeda, de Alhama y Almijara, y el de la Nevada con las Alpujarras, que por el sur le forman los contrafuertes naturales; cada uno de los cuales macizos será objeto de un capítulo especial.

En este estudio nos han servido de valiosos auxiliares los mapas geológicos del Sr. de Botella, y los inéditos de las provincias de Málaga y Granada trazados en escala de $^{1}/_{400000}$ por el Sr. Gonzalo y Tarín, los cuales puso galantemente á nuestra disposición el Director de la Comisión del Mapa geológico de España, Sr. D. Manuel Fernández de Castro.

PARTE PRIMERA.

ESTRATIGRAFÍA.

CAPITULO PRIMERO.

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LOS MONTES DE VÉLEZ-MÁLAGA.

Consideramos limitados los montes de Vélez-Málaga por los dos grandes macizos montañosos de la sierra Nevada y serranía de Ronda, que constituyeron respectivamente, por levante y poniente, los puntos de detención de los movimientos ondulatorios en el temblor de tierra del 25 de Diciembre de 1884. Esa región está formada esencialmente por una cresta montañosa que, de NO. á SE., se extiende desde Zafarraya, por las sierras Tejeda, de Alhama y Almijara, hasta el mar, separando las provincias de Málaga y de Granada. Al nordeste de esa cresta se hallan los terrenos secundarios y terciarios descritos por MM. Bertrand y Kilian; al sudoeste se desciende hasta la costa por la fértil región de Vélez-Málaga.

Esta parte de la costa andaluza está constituída principalmente por micacitas y pizarras micáceas cuajadas de diversos silicatos aluminosos anhidros idénticos á los que se ofrecen en la sierra Nevada; mientras que las montañas que la defienden de los vientos del Norte se levantan en crestones escarpados, por lo general calcáreos, y en abruptos peñascales calvos ó cubiertos de pinos (sierra Almijara), cortados por inmensos barrancos y gargantas profundas, ofreciendo un macizo áspero, cuyas cimas se elevan hasta 1832 metros en la Nava Chica. En él se puede subir durante un día entero sin encontrar más rocas que unas dolomías blancas, más ó menos pulverulentas ó compactas.

La Comisión del Mapa geológico de España, dirigida por el señor Fernández de Castro, ha referido al terreno laurentiano las dolomías que forman el eje de las sierras Tejeda y Almijara, é indicado su ya-

cimiento por bajo de las micacitas de la costa; rocas primitivas que, según la misma Comisión, sirven de apoyo, al norte de Torrox, á las pizarras micáceas cambrianas con *Palæophycus* (1).

La región de Las Alpujarras muestra constantemente, por cima de las pizarras cristalinas, la sucesión de los cuatro tramos que designamos con los nombres siguientes:

D.—Tramo de las dolomías blancas de Lentegí.

C.—Tramo de las calizas azules de Gádor.

B.—Tramo de las pizarras, yesos, calizas amarillas y cuarcitas de Albuñol.

A.—Tramo de las pizarras satinadas de Motril.

Dicho esto, describiremos, de levante á poniente, los cortes que hemos estudiado en el macizo de Vélez-Málaga.

Las Guájaras.—El camino de Vélez de Benandalla á Almuñécar muestra en las gargantas de la sierra de Las Guájaras pizarras satinadas y calizas dolomíticas, diversamente plegadas, que consideramos forman la continuacion de las de Las Alpujarras. Según el señor Gonzalo y Tarín (2), esas calizas dolomíticas, de un gris blanquecino, se parecen mucho á las primitivas de la sierra Almijara, de las cuales es muy difícil separarlas en el terreno.

Hacia Molvízar aparecen pizarras satinadas con lechos delgados de cuarcita y de caliza (tramos de Motril y de Albuñol), inclinados al SO.; en Molvízar se pisan las micacitas y las pizarras cristalinas con andalucita; el valle que lleva el mismo nombre de ese pueblo ya repetido, corresponde á una gran falla situada sobre la prolongación de la que figuramos en nuestros cortes de las inmediaciones de Motril; de Molvízar á Salobreña y Almuñécar forman el suelo unas micacitas con mica blanca, biotita, granate y andalucita, entre las que los Sres. Michel Lévy y Bergeron señalan además la distena, y, aun cuando las inclinaciones de esas micacitas varían mucho, dominan las que caen al NE. y al SO.

Más allá se camina sobre lechos de dolomía y de cuarcita epidotífera, que alternan con micacita, y, por fin, se llega á Almuñécar

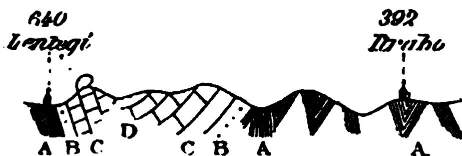
(1) *Terremotos de Andalucía*: Boletín de la Comisión del Mapa geológico, tomo XII, año 1885, págs. 23 y 26.

(2) *Reseña de la provincia de Granada:* Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo VIII, 1881, pág. 23.

marchando sobre un depósito de gran espesor de mármoles y dolomías gris azuladas ó negruzcas, cuya inclinación dominante, como ya lo había reconocido el Sr. Gonzalo y Tarín, es al NE. Esa dolomía forma el cerro denominado Las Vueltas de Almuñécar, donde el camino, siempre en rápida pendiente, describe una porción de vueltas hasta pasar de La Herradura.

Corte por la sierra Almijara, desde Motril á Jayena.—En casi toda su extensión este corte muestra pizarras satinadas y calizas dolomíticas que asimilamos á las que, con mayor extensión, se ofrecen al este en Las Alpujarras. De las pizarras satinadas de Molvízar se pasa, marchando á Itrabo, sobre unas calizas dolomíticas, compactas, gris azuladas (tramo de Gádor), que inclinan al SO., formando un pliegue sinclinal; pero los alrededores de Itrabo están constituídos por las pizarras cuarcitosas y las satinadas de los tramos de Albuñol y de Motril, que ofrecen inclinaciones muy variables. Esas últimas, violáceas ó verdes, con bancos amarillentos, se extienden al norte de aquel pueblo hasta el pintoresco territorio de La Ermita, en el cual se sube por un depósito grueso de calizas dolomíticas, correspondientes á los tramos de Gádor y de Lentegí, y que en bancos con inclinaciones del NO. al O. se sobreponen á las pizarras satinadas de Itrabo.

Fig. 1.—Corte de Itrabo á Lentegí.



D.—Caliza dolomítica gris azulada, en lechos.
Caliza dolomítica blanca y compacta.
C.—Caliza de color azul obscuro en lechos estratificados.
B.—Pizarras violadas ó de verde claro, con lechos delgados de cuarcita amarilla califera.
A.—Pizarras satinadas de Motril.

Ese mencionado macizo calcáreo, en el cual, además de ir cubierto de tobas y travertinos, se observan grutas y cascadas llenas de estalactitas, afecta una disposición sinclinal, y sobre él se marcha

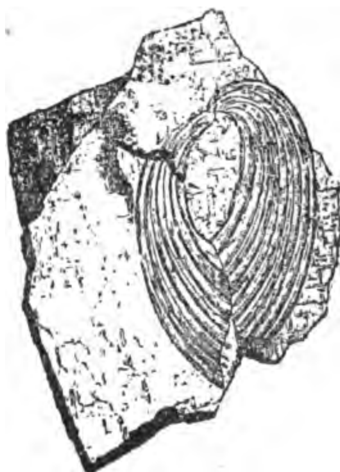
bastante tiempo, hasta que por fin aparecen cerca de Lentegí las capas más antiguas con inclinación de 70° al S. 15° E.

Siguiendo el sendero de Jayena, la sierra Almijara ofrece en esa misma serie de pizarras satinadas y calizas dolomíticas una porción de plieguecillos cortados por fallas, junto al Molinillo, el cortijo Guadalhama y otros puntos, resultando para las capas inclinaciones muy diferentes, aunque predominan al NO.; pero pronto el ascenso resulta más áspero, el camino deja la alternación de pizarras y de calizas y, entrando en un macizo uniforme de dolomías gris azuladas, blanquecinas en la superficie exterior, describe una porción de revueltas, sin abandonarlo, hasta el puerto de Almuñécar.

Estimamos en más de 500 metros el espesor de esa masa de caliza dolomítica grisácea de la sierra Almijara (tramo de Lentegí). Aunque forma algunos plieguecillos, su inclinación dominante nos parece del N. al NO.

Dicha caliza dolomítica es tan semejante á la que en la sierra Tejeda referimos al terreno primitivo, que no hubiéramos dudado en comprenderla en este mismo si en algunos puntos no se nos hubiera ofrecido cuajada de fósiles que se oponen á ello. Tal sucede en el barranco Arroba, situado un poco al sur del punto en que el camino de Jayena cruza al de Almuñécar á Granada, donde la repetida caliza presenta bancos llenos de conchas dispuestas en hiladas. Sin embargo, á pesar de la abundancia de los fósiles en ese paraje, no hemos conseguido separarlos de la roca, en cuya masa gris azulada destacan las secciones blancas de las conchas. Son estas bivalvas, de 2 á 4 centímetros de longitud, muy gruesas, de estructura laminosa muy marcada, y se parecen tanto por su aspecto y disposición (fig. 2) á las que con forma de corazón ó de pie de cabra siembran por millones ciertos bancos dolomíticos compactos del trías superior de Watzmann, Dachstein, etc., en los Alpes de Salzbourg, que creemos deber asimilarlas á éstas y referir-

Fig. 2.



las al género *Megalodon*. Sobre todo, se asemejan mucho á los *Neomegalodon pumilus*, Benecke, y *Neomegalodon gryphoides*, Gümbel; pero no es posible en ellas una determinación específica exacta.

Por el norte del puerto de Almuñécar se desciende sobre esas calizas dolomíticas triásicas hasta el cruce, ya citado, de los caminos de Jayena y de Granada; mas, continuando por el primero, bien pronto aparece una alternación de las calizas dolomíticas y de unas pizarras gris violáceas que no nos atrevemos á colocar con completa seguridad en el tramo de Motril, hasta que en el cortijo del Prado desaparece toda duda. Allí se dejan los terrenos triásicos, y las aguas del Cacín discurren en un valle formado por rocas primitivas, tales como pizarras cristalinas, pizarras micáceas, dolomías cristalinas, cuarcitas epidotíferas y calizas con tremolita, que alternan en lechos relativamente delgados, muy dislocados y plegados en todos sentidos. En el fondo del valle cubre á esa formación un depósito grueso de conglomerado dolomítico, dependiente de la cuenca terciaria de Jayena.

Corte de Nerja á Nava Chica.—Nerja se halla fundada sobre pizarras micáceas cristalinas muy plegadas, con buzamientos del S. al SO., pero con inclinaciones bastante suaves, sobre todo por el lado de Torrox. Á levante, hacia Almuñécar, esas pizarras pasan á micacitas granatíferas más inclinadas al NE., las cuales se apoyan hacia Herradura sobre las calizas dolomíticas, observándose cerca de ese contacto una gran falla, dirigida á los 165°, que corresponde al centro del gran pliegue anticlinal que ha encorvado todas las capas de la comarca.

Al norte de Nerja, las micacitas y pizarras micáceas con andalucita y feldespato se inclinan primero al S. 15° O.; se pliegan después para inclinar al NO., antes de Frigilliana, y nuevamente al S. 15° O., junto á ese pueblo, donde descansan sobre calizas dolomíticas blancas con porciones azuladas más obscuras, grietadas en todos sentidos y de estratificación obscura, en las cuales se abre al este del mismo pueblo una profunda y pintoresca garganta que permite apreciar de un solo vistazo la gran magnitud del depósito y la uniformidad de los caracteres de las dolomías de estas sierras. Su inclinación es al NE.; la roca, compacta ó pulverulenta, es siempre sacaroidea, de un grano uniforme casi exclusivamente formado por los romboedros de la dolomía; su color varía del blanco al azul claro, y con estos

caracteres, sin modificaciones que permitan establecer variedades, se extiende, con cientos de metros de espesor, hasta el valle del río Chíllar.

Corre éste por otra garganta profunda, cuyas laderas semejan grandiosas murallas formadas por caliza dolomítica blanquecina, idéntica desde el punto de vista mineralógico á la de Frigilliana; y, como aquí se inclina al S., hay que deducir que los bancos de este macizo dolomítico de Nava Chica describen algunas ondulaciones. Por él marchamos, agua arriba del río, durante algunos quilómetros hasta cerca del cortijo de Limán, situado en el centro de la montaña, sin observar ningún cambio; pero la hora nos impedía avanzar más y regresamos á Frigilliana por el mismo camino.

De Frigilliana á Cómpeta se sigue el límite de las pizarras micáceas y las calizas dolomíticas, que á lo largo del camino forman una cresta elevada que serpentea sobre las pizarras. Éstas, por lo general con inclinación al SO., son negruzcas, muy micáceas y abundantes en andalucita; en el barranco del río Patamalara las atraviesan numerosos filoncillos de cuarzo con mica blanca y andalucita rosácea, dispuestos con frecuencia en almendrones interestratificados, y al aproximarse á Cómpeta se observan además lechos interestratificados de leptinita y de gneis con mica blanca, no siendo raro que las mismas pizarras micáceas contengan nódulos de feldespato.

Corte de Torrox á Játar.—En la comarca litoral de Torrox no hemos observado sino pizarras micáceas con andalucita, estaurótida y granate, y algunos lechos de cuarcitas epidotíferas interestratificados en ellas. Las capas, plegadas y onduladas, inclinan suavemente al NO.

Ésta es la única parte del país en que hemos visto filones de diorita, bastante numerosos al oeste de Torrox: se dirigen al NE.; su espesor no pasa de 50 centímetros, y contienen esfena, anfíbol, oligoclasa, cuarzo y clorita.

Las mencionadas micacitas se extienden por el valle del río Patamalara hasta Cómpeta, donde asoma el gran macizo de dolomías, y desde ahí á Canillas de Albaida forman el suelo unas micacitas feldespáticas con inclinación al S. 45° O., en las que se intercalan algunos lechos de gneis de dos micas, las cuales se hallan junto á Canillas en contacto de las dolomías blancas ó gris azuladas, compactas, que dan asiento á la población. Estas calizas dolomíticas, idén-

ticas á las de Frigilliana, forman por sí solas, en capas inclinadas del NE. al N., el valle profundo que se atraviesa al norte de Canillas para subir á la sierra, y todavía, conservando sus caracteres ordinarios, y sin otra particularidad que la de presentar, hacia el primer tercio de la cuesta que lleva al puerto de Játar, un filón de granulita gneísica con mica blanca y turmalina, á cuyo contacto la dolomía adquiere en corto trecho cristales de tremolita, continúa hasta que se llega á una zona bastante ancha, compuesta de gneis, micacita con andalucita y mica negra, areniscas micáceas, calizas, anfibolitas y cuarcitas epidotíferas en capas alternantes é inclinadas de 45 á 60° al NE., por las que se sube hasta el puerto mencionado, atravesando por entre alcornoques y encinas.

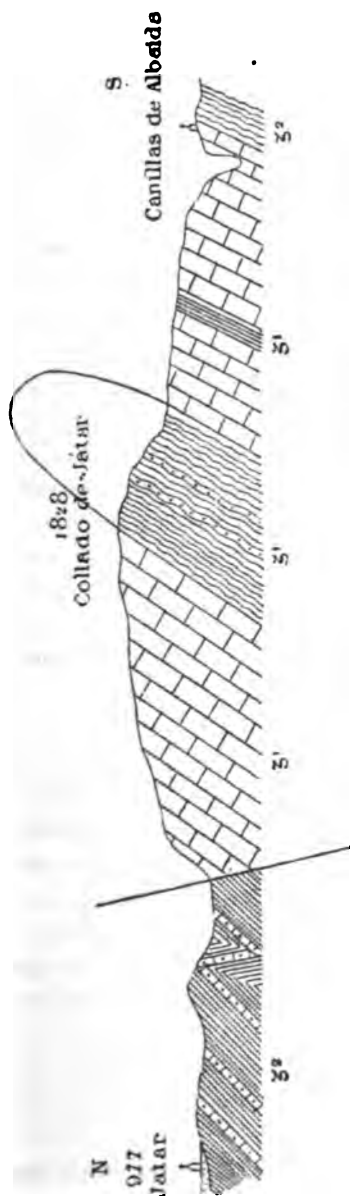


Fig. 3.—Corte del collado de Játar.

ζ¹.—Dolomías, micacitas y anfibolitas. ζ².—Micacitas y pizarras micáceas cristalíferas.

Al parecer, esa faja se apoya sobre las calizas dolomíticas de Canillas; pero en realidad es inferior á éstas y forma el centro de pliegue anticlinal, que en conjunto se tiende al N. un poco E., pues que al otro lado del puerto vuelven á aparecer inmediatamente, con su uniformidad ordinaria, las dolomías idénticas á las de Frigilliana, formando bancos potentes con inclina-

ción de 25° del N. 10° E. al N. 40° E. Al choque del martillo, los bancos se deshacen en fragmentos muy irregulares, exhalando un olor fétido.

Esas micacitas y anfibolitas del tramo de las dolomías corresponden á las rocas similares descritas por MM. Michel Lévy y Bergeron en la base de la serie de la serranía de Ronda, que es la comarca en donde han podido establecerse las superposiciones en que fundamos nuestros cortes; pues si bien la sierra Tejeda nos ha ofrecido la misma sucesión de rocas primitivas que la serranía de Ronda, hecha excepción del tramo inferior de gneis con cordierita, que falta en aquélla, las fallas y las inversiones de las capas no dejaban de producirnos dudas respecto á su verdadera posición.

Para bajar desde el puerto á Játar se aprovecha una garganta abierta en las dolomías, y al salir de ella, cerca de la venta de Parma, esa roca se limita bruscamente por la gran falla de la Tejeda y se pasa inmediatamente á unas capas de micacita que alternan con lechos de gneis de dos micas y de leptinita con turmalina, cuyos espesores oscilan entre 30 centímetros y un metro, y con otros de caliza cristalina con dialaga (Lám. K, f. 2.) y de micacita con estaurótida, muy plegados, ya verticales, ya con inclinaciones muy variables del NE. al SO. en el cortijo Competilla.

En el de Los Nacimientos las micacitas con andalucita, inclinadas al NE., alternan con lechos de pizarras compactas, córneas, calizas azules con silicatos alcalinos y calizas azules micáceas, y esta alternación se extiende hasta Játar, donde la cubre el terreno terciario.

Los Sres. Fouqué y Bréon, que hicieron un viaje de Sedella á Játar por un camino que se une con el que nosotros seguimos en el puerto del último nombre, trazaron, según las notas que se han servido comunicarnos, un corte idéntico en la última parte de su itinerario al que acabamos de describir, sino que no tropezaron, desde Sedella al repetido puerto, con el gran macizo dolomítico de Canillas, porque sin duda se levanta á consecuencia de una falla oblicua; no observando en todo ese trayecto más que una alternación de micacitas de dos micas con andalucita y distena, gneises, micacitas granatíferas, anfibolitas, cipolinos y cuarcitas epidotíferas.

Corte de Vélez-Málaga á la sierra Tejeda.—Trazado ya por diversos geólogos, se ha descrito sucesivamente por Haussmann [1] y

(1) *Abhandl. K. Soc. der Wissensch. zu Göttingen*, 1841, págs. 282 y 283.

Scharenberg [1]. Según este último, las micacitas, con inclinación al S., forman toda la fértil planicie de Vélez-Málaga, y la caliza de la sierra, que refiere á la de transición, inclina al N. Haussmann describe las pizarras micáceas y cloricitas que se extienden entre Vélez-Málaga y Málaga, acerca de las cuales han publicado también algunos datos Álvarez de Linera [2], Schimper [3] y Collegno [4].

Torre del Mar se halla sobre unas pizarras negras con inclinación al NO., acaso superiores á las micacitas cristalinas de la sierra Nevada, que se extienden más hacia Málaga. Vélez-Málaga se levanta también sobre pizarras iguales á esas, que inclinan al N., según puede reconocerse junto á los manantiales de Vélez, al pie de la escarpa caliza que sustenta un castillo de los moros. Marchando al norte, hacia la casa de Juan Ramón, se pisan micacitas y pizarras micáceas con núcleos cuarzosos y con turmalina y andalucita rosácea, y estas pizarras micáceas, muy abundantes en andalucita y sillimanita, que en el paraje indicado afectan inclinación al N. 20° E. y parecen idénticas á las de las sierras Nevada y de Mijas, se extienden hasta Rubite, describiendo una porción de pliegues y ofreciendo á veces en su masa, además de las substancias mencionadas, granates y estaurótida.

Al aproximarse al puerto por el que se marcha á Canillas de Aceituno, se observa que en esas pizarras micáceas, que venimos atravesando desde las inmediaciones de Vélez-Málaga, se presentan interestratificados unos bancos brechoides de pizarra, psamitas, cuarcitas epidotíferas y calizas cuajadas de epidota, piroxena y hierro magnético. Las capas se inclinan en ese paraje al SO., y parece que las coronan unos bancos de psamita, que recuerda la arenisca siluriana con *Scolithus* de los Pirineos.

Cerca ya de Canillas de Aceituno preséntanse con bastante espesor unas granulitas gneisicas que, con inclinación al N. 45° E., forman masas hojosas interestratificadas en micacitas ricas en mica blanca y con nódulos de cuarzo y de feldespato, los cuales alternan con lechos delgados de cipolino; y, por fin, se entra en el macizo de calizas dolomíticas de Aceituno que constituyen la sierra, y cuya

(1) *Geolog. der Sudküste von Andalusien. (Zeitschr. der deutschen geol. Gesell.*, 1854, Bd. VI, pág. 578.)

(2) *Geología de Málaga. (Revista Minera*, tomo II, págs. 161-193.)

(3) *L'Institut*, 1849, pág. 189.

(4) *Bull. Soc. géol, de France*, 2e sér., tomo VIII, 1850, pág. 345.

edad queda indeterminada, porque, como con razón ha insistido el Sr. Gonzalo y Tarín (1), es imposible llegar á ese resultado por sólo los caracteres litológicos en los diversos mármoles dolomíticos que tanto abundan en las sierras Almijara y Tejeda.

MM. Fouqué y Bréon trazaron un corte paralelo al precedente entre Vélez-Málaga y Sedella. En todo ese itinerario no se dejan las pizarras micáceas con mica negra, mica blanca, turmalina, granate, andalucita, distena y estaurótida, en las cuales se intercalan algunos lechos delgados más básicos sembrados de epidota, y únicamente á mitad del camino se ofrecen unos cantos de cuarcita que recuerdan la arenisca con *Scolithus*. Las capas de todo ese conjunto se ofrecen muy plegadas, aun cuando con inclinación dominante hacia el SO.

Desde Sedella á Canillas de Aceituno y Alcaucín no se ven sino pizarras micáceas cristalíferas, en las cuales se intercalan lechos delgados de calizas cristalinas; en el valle del molino Guaro, al oeste de Canillas, las pizarras micáceas, con mucha andalucita, inclinan al N. 20° E.; á la inmediación de Alcaucín adquieren núcleos feldespáticos, pasando así á gneises granulíticos, y Alcaucín abre sus cimientos en el terciario, junto al límite del macizo calizo de la sierra Tejeda.

CAPÍTULO II.

I.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA SIERRA NEVADA.

La sierra Nevada es un enorme monolito de pizarra, muy notable por su forma. Su base, desde el monte Negro al cerro Caballo, no pasa de 80 quilómetros de longitud de E. á O., ni de 40 el ancho en sentido de N. á S., y sobre esa base se levanta, cual de un solo empuje, hasta una altura de más de 3000 metros (Mulhacén, 3481 metros; Veleta, 3470). Este macizo, pues, aun cuando más alto que el de los Pirineos, sólo mide la mitad de la longitud de éste y los dos tercios de su ancho, resultando, en consecuencia, que sus laderas afectan una pendiente media mucho más fuerte que la de los mismos Pirineos y que la de los Alpes. La relación de la altura á la ba-

(1) *Reseña geológica de Granada.* (Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo VIII, 1881, pág. 43.)

se es de 1 á 18 para el macizo de la sierra Nevada, y de 1 á 28 para el de los Pirineos.

Pero la sierra Nevada se distingue todavía más de los Pirineos y de los Alpes por su estructura geológica: nada hay, en efecto, en ella que recuerde la disposición en abanico de las cadenas clásicas, y únicamente puede compararse á un gran haz de capas antiguas empujado hacia arriba, contra el cual se apoyan otras capas más recientes. Á primera vista, la constitución geológica de este macizo parece muy sencilla, porque está compuesto esencialmente de pizarras más ó menos micáceas que, con escasa inclinación del N. al NO. en la parte septentrional de la sierra y del S. al SE. en la meridional, forman una gran bóveda ó pliegue anticlinal que en cierto momento se levantó á través del manto de calizas y pizarras que lo cubrían.

Los cortes que vamos á trazar en la sierra Nevada, de acuerdo con las observaciones de los Sres. de Botella (1), Gonzalo y Tarín (2) y von Drasche (3), demuestran que está formada enteramente por pizarras cristalinas.

Al norte de la sierra, los cortes paralelos del valle del Genil y del camino de Los Neveros muestran á levante de Huéjar una serie inmensa de micacitas en capas por lo general poco inclinadas (10 á 45° del N. al N.NO.), alternando en lechos más ó menos groseros y micáceos con pizarras cuarzosas y micacitas granatíferas. En ese gran conjunto pizarreño se hallan intercaladas en estratificación concordante, al este del Peñón de San Francisco y á la inmediación oriental de Huéjar, ciertas rocas cristalinas muy interesantes, tales como anfibolitas, dolomías, eclogitas y serpentinas, que el Sr. de Botella menciona también (4) en el barranco de Los Azulejos, situado entre los picos de Mulhacén y Veleta, donde se inclinan al N. 58° O. En el valle del Genil pueden recogerse fácilmente guijarros de todas esas variedades de rocas; pero, por otra parte, no hemos conseguido ver

(1) *Los terremotos de Málaga y Granada. (Boletín de la Sociedad geográfica de Madrid*, tomo XVII, 1885.)

(2) *Reseña geológica de la provincia de Granada.* (Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo VIII, 1881.)

(3) *Geol. Skizze des Hochgebirgstheiles der Sierra Nevada. (Jahrbuch der K. K. geol. Reichsanstalt*, 1879, Bd. XXIX, Heft 1, pág. 93.)

(4) *Reseña de la región sudoeste de la provincia de Almería.* (Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo IX, 1882, pág. 261.)

la serpentina que se dice existir en el barranco de San Juan [1].

Esas diversas rocas, que se ofrecen siempre próximas unas á otras, se han señalado también por el Sr. Gonzalo y Tarín al nordeste, entre Queutar, La Pera y Lugrós [2].

El barranco de Los Azulejos dió al Sr. de Botella el corte siguiente en capas concordantes:

Roca verde.
Gneis.
Pizarras micáceas granatíferas.
Gneis.
Roca verde.
Pizarras micáceas granatíferas.
Cuarcita con piroxena, grunstein y granate.
Cuarcita turmalinífera.

La faja que estas rocas forman y que parece paralela á la señalada más arriba, se prolonga con toda probabilidad al NE. hacia La Calahorra y Charchos, donde el citado Sr. de Botella [3] señala esas mismas rocas, también interestratificadas en el tramo de las micacitas cristalíferas, y, finalmente, el mismo geólogo menciona al sudeste, en la provincia de Almería, una tercera faja cerca de Bayarcal. Nosotros no la hemos visto en la ladera meridional de la sierra Nevada, ya porque nuestras investigaciones hayan sido demasiado rápidas, ya porque los bancos calizos y anfibólicos se dividan en lentejones; pero no dudamos que se halla también al sudoeste, según lo demuestran los numerosos guijarros de cipolinos y anfibolitas que hemos visto en las ramblas de Orgiva y los asomos de las inmediaciones de Lanjarón.

Esa hilada de rocas anfibólicas constituye seguramente un término bien marcado de la serie estratigráfica de la sierra Nevada; pero sin que, sin embargo, componga sino una parte insignificante de la montaña, esencialmente pizarrosa. Todos los cortes á través de ese macizo muestran un gran espesor para las pizarras que lo forman,

(1) Bowles, *Introducción á la historia natural y á la geografía física de España*.—S. E. Cook, *Sketches in Spain*, vol. II, pág. 306.

(2) *Loc. cit.*

(3) Boletín cit., pág. 262.

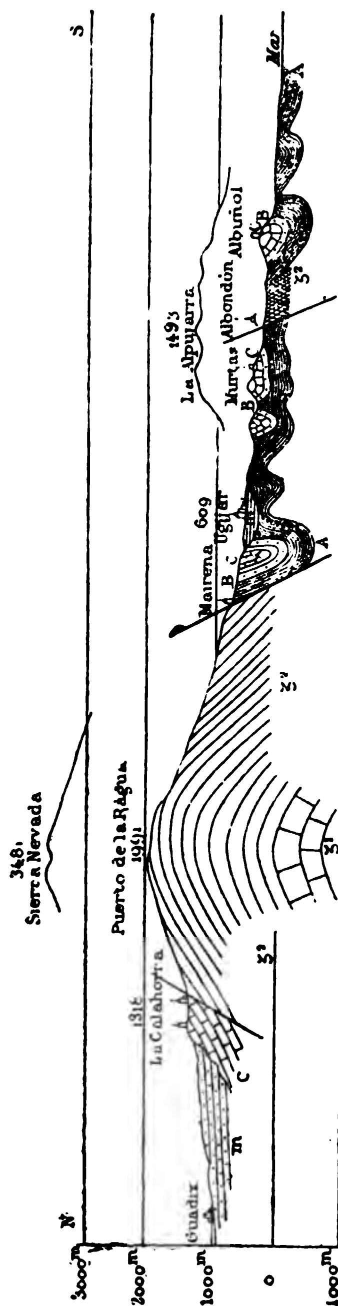


Fig. 4.—Corte de la sierra Nevada.

ζ^1.—Dolomías del tramo inferior de los gneises.
ζ^2.—Pizarras cristalíferas.
A.—Pizarras de Motril.
B.—Pizarras y calizas de Albuñol.
C.—Caliza de Gádor.
m.—Terciario.

sin que creamos exagerado el de 1000 á 1500 metros que le asigna el Sr. de Botella.

El camino que al norte de Lanjarón sube á la sierra, deja bien pronto las anfibolitas, por ahí poco aparentes, para ascender por pizarras escamosas micáceas en alternación con otras cloritosas y con micacitas granatíferas, cuyo conjunto inclina 50° al S.; más allá sigue, hasta el nivel en que brotan diversos manantiales, por pizarras escamosas y micáceas, á veces granatíferas, con inclinación de 30°, variable en su buzamiento del SO. al SE., entre las cuales aparece concordante, con espesor de un metro próximamente, un banco de granulita gnéisica de mica blanca (leptinita), que se ve por largo trecho en la ladera del barranco que el camino aprovecha; pasa más arriba á micacitas hojosas, escamosas, micáceas, sericíticas, por las que continúa largo espacio á causa de su débil inclinación, que próximamente coincide

con el declive de la montaña; y todavía más arriba, se llega, á la altura que ocupaban las nieves en Febrero, á unas pizarras menos cristalinas, de un negro violáceo, mosqueadas, hojosas, sericíticas, uniformes, que, con inclinación del O. al NO., alternan, lo mismo que las precedentes, con numerosas fajas de cuarzo.

Igualmente, otro camino más accesible que atraviesa la sierra Nevada desde Ugíjar á La Calahorra, pasando por el puerto de La Rágua, muestra un espesor enorme de pizarras. Desde Mairena hasta Júbar esas rocas, bastante inclinadas y dirigidas en diversos sentidos, son cristalinas, dominando en ellas las escamosas en alternación con bancos compactos más cuarzosos y con micacitas. Junto á Mairena obsérvanse numerosos filoncillos y costras de hierro oligisto, así como algunos lechos interestratificados de granulita gneísica de mica blanca; al norte de Júbar las micacitas granatíferas, en alternación con otras micáceas y con pizarras mosqueadas, no presentan tantos pliegues y conservan durante algunos quilómetros 15° de inclinación al S.; en el barranco Hondo, una capa de micacitas contiene granates y manchitas de cloritoide de 2 á 3 milímetros; más allá, hacia el puerto de La Rágua, dominan las micacitas más ó menos cuarzosas, con inclinaciones que, variando primero del S. al SO., pasan después á tomar buzamiento al N., pero sin que falten entre ellas otras interestratificadas granatíferas; y, finalmente, desde el puerto mencionado hasta La Calahorra se marcha sobre pizarras micáceas poco inclinadas del N. al N.NE.

El suelo comprendido en la sierra Nevada entre los dos cortes ó itinerarios acabados de reseñar, no presenta ninguna modificación importante, según lo demuestra el que, habiendo recorrido en todos sentidos el valle del río Grande, no hemos encontrado en él ninguna otra roca diferente de las citadas.

Los cortes de los Sres. von Drasche y Gonzalo (1) hacia Capileira y Trevélez, patentizan asimismo el gran desarrollo que en esa parte meridional de la sierra ofrecen las pizarras escamosas micáceas con inclinaciones del S. al SE.

Aunque no del todo demostrada, nos parece muy verosímil la sucesión siguiente, indicada por el repetido Sr. Gonzalo y Tarín (2):

1.° Filadios negros, micáceos, maclíferos (cambriano).

(1) Boletín del Mapa geológico, tomo VIII, 1881, pág. 20.

(2) Boletín del Mapa geológico, tomo IX, 1882, pág. 98.

2.° Micacitas arcillosas, satinadas, á veces granatíferas (primitivo).

3.° Micacitas y pizarras silíceas con lechos de gneis (primitivo).

No creemos que en el estado actual de nuestros conocimientos, respecto á la región de que hablamos, sea posible un deslinde exacto de las formaciones que deban referirse respectivamente á los terrenos cambriano y primitivo, y acaso deban comprenderse también en el superior de esos niveles las pizarras y cuarcitas anfibólicas que el Sr. Gonzalo menciona en el barranco de Agrón. En él, marchando de sur á norte, se ven:

Pizarras micáceas negras con andalucita.
Caliza dolomítica blanca.
Cuarcita epidotífera.
Gneis sericítico.
Cuarcita dolomítica, blanco-rosácea ó azulada.
Pizarra con actinota y epidota.
Pizarras micáceas negras con andalucita.
Pizarras verdes con epidota, y otras serpentinosas.
Pizarras micáceas negras, carbonosas, con sericita.
Cuarcita epidotífera.
Pizarras micáceas negras, con rosetas de mica negra.
Cuarcita epidotífera.
Pizarras micáceas apoyadas contra el mioceno á causa de una falla.

Ese conjunto, cuyo espesor es de 100 á 150 metros, se compone de hiladas concordantes, sin que ninguna de las de caliza ó cuarcita pase del grueso de una veintena de metros.

Los datos que se poseen acerca del macizo central de la sierra Nevada no bastan, pues, para explicar su estructura geológica: Haussmann (1), Cook (2) y von Drasche (3) le consideran formado por una gran bóveda anticlinal terminada al oeste en semicúpula en la provincia de Granada, y el Sr. Gonzalo ve allí una estructura más

(1) *Ueber das Gebirgssystem der Sierra Nevada. (Abh. k. Soc. der Wissensch. zu Göttingen*, 1841, pág. 279.)

(2) *Sketches in Spain. (Proceedings of the Geol. Soc. of London*, 1829, página 216, y 1883, pág. 465.)

(3) *Geol. Skizze des Hochgebirgstheiles der Sierra Nevada. (Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt*, 1879, Bd. XXIX, Heft I, pág. 93.)

compleja y una serie de pliegues paralelos, cuyos ejes se dirigen del NE. al SO. La triple repetición de las hiladas de rocas anfibólicas basta para deducir que la hipótesis de Haussmann y von Drasche es demasiado sencilla; pero la del Sr. Gonzalo no se acomoda bien con la circunstancia de la pequeña inclinación de las capas, casi horizontales, en extensiones inmensas (1). El predominio de las pizarras cristalinas sin alternación de depósitos, desigualmente plásticos, de areniscas ó de calizas, ha impreso á ese macizo una notable homogeneidad y una gran resistencia á los pliegues y resbalamientos de sus porciones; y así es que, en sus rasgos generales, nosotros consideramos la sierra Nevada como una combadura anticlinal única, pero complicada, sobre todo en los bordes del noroeste y del sudeste, por pliegues y fallas pequeños y secundarios.

Pero, desde el punto de vista teórico, más difícil de explicar que su disposición estratigráfica nos parece todavía la composición mineralógica de las rocas que constituyen la sierra de que hablamos. En ellas faltan del todo elementos fraccionados ó detríticos *(allothigènes, clastiques)*; el cuarzo, las micas, la turmalina, el granate se presentan siempre en individuos íntegros *(authigènes)*, de tal modo, que las pizarras cristalinas recuerdan por una parte ciertas rocas metamorfoseadas en contacto de granitos (Bretaña), y por otra las rocas de las comarcas muy dislocadas (Alpes, Ardenas), cuya metamorfosis se atribuye á acciones dinámicas (metamorfismo regional), y, sin embargo, ni en la sierra Nevada aparece ningún núcleo de granito eruptivo, ni en ella se observan repetición de pliegues é inversiones de capas que atestigüen poderosas acciones dinámicas.

No se sabe realmente en qué época se formaron esas pizarras cristalinas; pero sus mismos elementos constituyentes, de origen enigmático, parecen revelar caracteres de antigüedad. Admitiendo para el suelo primitivo la división de Cordier en cuatro tramos (2):

Tramo de las talcitas filadiformes,
— de las talcitas cristalíferas,

(1) La circunstancia de que los barrancos que surcan la sierra, tanto al norte como al sur de la divisoria, tienen constantemente sus líneas de vaguada según ejes anticlinales, es lo que indujo al Sr. Gonzalo á admitir la serie de pliegues paralelos más arriba mencionados.—*(N. del T.)*

(2) *Description des roches:* París, 1868, pág. 386.

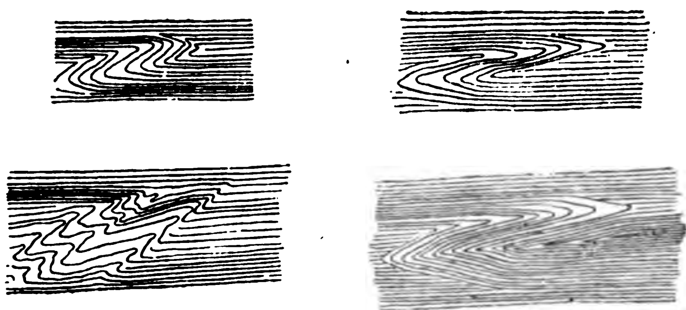
Tramo de las micacitas,
— de los gneises,

referiremos el conjunto de las micacitas y pizarras cristalinas de la sierra Nevada al de las *pizarras cristalíferas*, cubierto en algunas porciones por el de las *pizarras filadiformes*. En el trabajo referente á la comarca estudiada por MM. Michel Lévy y Bergeron, estos señores dan el nombre de *schistes cristallophylliens à minéreaux* al primero de esos tramos, y el de *schistes archéens* al segundo.

Las pizarras cristalíferas de la sierra Nevada se distinguen de las de la mayor parte de las comarcas que conocemos en que sus hojas alternan al infinito con fajitas interestratificadas de cuarzo, que siguen tan perfectamente todas las sinuosidades, pliegues é inflexiones de la pizarra, que el Sr. de Botella [1] ha deducido que la plegadura de unas y otras fué simultánea y que debió producirse cuando las rocas aún no se habían endurecido.

Los pliegues agudos y las arrugas complejas son, en efecto, frecuentes en los bancos sobrepuestos paralelamente de este territorio, y, con frecuencia también, entre lechos que permanecen planos, aparecen otros muy plegados y como fruncidos, simulando una falsa estratificación, de la que dan idea los croquis aquí estampados (fig. 5).

Fig. 5.—Arrugas en las pizarras cristalíferas observadas según sus secciones.



(1) Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo IX, 1882, pág. 263.

Esos hechos nos demuestran que cuando se verificaba la cristalización de los elementos que entran á componer los estratos de la sierra Nevada, éstos sufrían presiones enormes: la contracción de la corteza terrestre que determinó el levantamiento de la sierra Nevada, no la plegó ni fracturó en su conjunto, porque la cohesión de sus porciones constitutivas se amoldó al impulso que recibiera; pero los lechos de esas mismas porciones resbalaron unos sobre otros, al mismo tiempo que los minerales en ellos contenidos se corrían con más ó menos dificultad de unos puntos á otros, originándose así esas rocas tan irregularmente arrugadas.

II.—DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LAS ALPUJARRAS.

Con el nombre de Alpujarras, célebre en la historia de los moros, se designa el conjunto de los contrafuertes meridionales de la sierra Nevada, constituídos por pizarras y mármoles, en los cuales sólo algunos barrancos ásperos dan paso á las aguas y á los viajeros, pues apenas se encuentran allí otros caminos que los que les proporcionan esas ramblas cubiertas de cantos rodados.

Las montañas que se interponen entre la vertiente meridional de Las Alpujarras y el Mediterráneo, se llaman sierras de La Contraviesa y de Lújar, de las cuales forma la prolongación oriental la de Gádor y la occidental La Almijara, sin que su conjunto sea para el geólogo más que una sola mole diversamente cortada por barrancos profundos abiertos por los agentes orogénicos, ayudados de los atmosféricos.

La potente serie de pizarras y calizas que compone Las Alpujarras se ha referido sucesivamente á una porción de terrenos por los diversos autores que de ella se han ocupado. Amar de la Torre, Naranjo, Haussmann [1] y Pernollet [2] la refirieron al terreno de transición, pero sin precisar más su edad. En 1857, Ansted [3], á quien se deben los primeros cortes de la ladera meridional de la sierra Nevada, á través de Las Alpujarras, indicó la superposición siguiente en capas concordantes:

(1) *Loc. cit.*, pág. 273.

(2) *Sur les mines et fonderies du midi de l'Espagne. (Annales des Mines*, 4e sér., tomo X, 1846.)

(3) *On the geology of Malaga. (Quaterly Journal of the Geolog. Society of London*, vol. XV, suppl. núm. 60, 1860, pág. 585.)

Micacitas de la sierra Nevada,
Pizarras grisáceas con yeso en la cumbre,
Calizas de la sierra de Gádor,

á los cuales términos cubre el terciario, en discordancia.

D. Amalio Maestre (1) refirió al carbonífero inferior las pizarras y calizas precedentes; D. Casiano de Prado emitió la idea de que las pizarras arcillosas obscuras pudiesen ser devonianas, y Willkomm consideró silurianos todos los eslabones calizos de esa cadena.

Los Sres. de Botella (2) y Vilanova comprenden en el permiano las calizas y pizarras superiores, y colocan en el sistema tacónico las pizarras satinadas á que en el país llaman *láunas*, en las cuales señala el primero de dichos geólogos (3) señales de *Arenicola didyma* en los límites de Granada y Almería.

De Verneuil sospechó que pudieran corresponder al trías, reconociendo en Las Alpujarras la sucesión siguiente (4):

Terreno metamorfoseado,
Trías dudoso,

que es la misma señalada por Ansted.

La sospecha de Verneuil se fundaba en que los caracteres petrológicos de las pizarras arcillosas de Las Alpujarras, lustrosas y abigarradas, y de las calizas, de diversos colores y con yeso, son muy distintos de los que esas rocas presentan en los terrenos paleozóicos de diversas provincias de España; y, efectivamente, por lo menos en parte, el geólogo francés se hallaba en lo cierto, una vez que los fósiles descubiertos hace algunos años por el Sr. Gonzalo y Tarín han demostrado que las calizas de dicha comarca son un representante del terreno triásico.

M. von Drasche (5) coloca en el terreno de transición las pizarras

(1) *Bosquejo geológico de España*, 1844.

(2) Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo IX, 1882, pág. 266.

(3) Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo IX, 1882, pág. 264.

(4) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., tomo XIII, 1856, pág. 710.—*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, tomo LIX, août 1864.

(5) *Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanstalt*, Bd. XXIX, 1879, pág. 110.

cristalinas de la sierra Nevada, y en el trías (*metamorfoseado*) las pizarras satinadas y las calizas de Las Alpujarras.

Pero, según queda indicado, al Sr. Gonzalo se deben [1] los datos más importantes para la determinación de la edad de esas rocas, en las cuales reconoció, por encima del de las *pizarras cristalíferas*, dos tramos diferentes entre sí, formado el uno por filadios argilo-talcosos abigarrados, y el otro por calizas y dolomías. Este último, que es el más elevado de los dos, le suministró fósiles que el Sr. Mallada reconoció eran triásicos; pero no sucedió lo mismo en el tramo de los filadios talcosos, que el Sr. Gonzalo refiere al cambriano.

Por nuestra parte, hemos reconocido también un orden constante de sucesión en esa serie de pizarras y calizas; pero, como no nos han ofrecido fósiles determinables, nada podemos agregar que sirva para la determinación de su edad.

Si se marcha de Lanjarón á Ugíjar por la vertiente meridional de la sierra Nevada, puede observarse que en muchos puntos á las micacitas cristalíferas, que forman esa sierra, cubren las pizarras satinadas de Las Alpujarras; mas como entre unas y otras aparecen interestratificados numerosos filoncillos concrecionados de cuarzo, acaso no ocurriera la idea de separar las rocas de esos parajes en dos series si esta división no apareciera bien pronto del todo clara en extensiones de alguna consideración.

Así, por ejemplo, ocurre en Mairena, y si deste este paraje se camina hacia Ugíjar, se traza el corte siguiente:

A.—Pizarras satinadas, abigarradas ó verdosas, con inclinación al N., que producen por alteración unas arcillas finas (tramo de Motril);
B.—Pizarras violáceas con lechos delgados de cuarcita, de caliza y de dolomía amarilla con siderosa (tramo de Albuñol);
C.—Bancos y cantos desprendidos de caliza azul (tramo de Gádor).
B.—Pizarras satinadas verdes y violáceas, con lechos delgados de caliza dolomítica amarillenta (tramo de Albuñol);
A.—Pizarras satinadas verdes y violadas (tramo de Motril).

Pero, al contrario de lo que se verifica con las capas de la sierra Nevada, las que ahora consideramos se presentan por lo general ver-

(1) *Edad geológica de las calizas metalíferas de la sierra de Gádor*. (Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo IX, 1882, pág. 97.)

ticales ó muy inclinadas y plegadas, según ocurre con las del itinerario descrito, las cuales, como desde luego se deduce, forman un pliegue sinclinal.

En el centro de ese pliegue se hallan unos bancos de arenisca roja calcárea con guijas de cuarzo, pizarra y caliza, los cuales bancos, aun cuando ofrecen alguna semejanza con ciertas rocas del trías normal, es fácil convencerse de que ocupan una posición superficial: nosotros los consideramos como tobas cuaternarias. En el Carchalejo, punto de las afueras de Mairena, se explota una masa de yeso comprendida en la parte superior del tramo de Albuñol.

El paraje ocupado por Ugíjar corresponde al sitio en que se extendió un gran lago mioceno, cuyos depósitos aparecen asurcados por barrancos llenos de aluviones torrenciales, que sin duda datan del período cuaternario.

Según la opinión unánime de los Sres. von Drasche, de Botella y Gonzalo y Tarín, desde Ugíjar hasta Adra, en la costa, se hallan las mismas rocas precitadas, y, efectivamente, en ese trayecto se reconocen iguales divisiones á las que arriba quedan establecidas, á saber:

A.—Pizarras satinadas del tramo de Motril (Alcolea, Alboloduy, entre Nerja y Adra);

B.—Pizarras satinadas del tramo de Albuñol, con lechos delgados de areniscas, cuarcita y caliza amarilla, en la que el Sr. Gonzalo menciona restos del género *Rissoa* (entre Alcolea y Berja). Cerca de Alboloduy se halla una masa de yeso;

C.—Caliza arcillosa gris azulada, en lechos estratificados con gran regularidad, cuyo espesor varía de algunos centímetros á muchos decímetros (tramo de Gádor);

D.—Caliza dolomítica, gris azulada, granuda, cavernosa, en bancos gruesos con estratificación poco marcada (tramo de Lentegi).

La caliza gris azulada en lechos *(C)* es la que ha suministrado al Sr. Gonzalo los fósiles triásicos de los géneros *Myophoria*, *Monotis* y *Avicula*, y la dolomítica que la cubre constituye el célebre yacimiento de las menas de plomo y de cinc de la sierra de Gádor.

En el itinerario de Ugíjar á Albondón se reproduce la misma serie: al sudoeste de la planicie terciaria de Ugíjar, se marcha ascendiendo sobre las pizarras satinadas violáceas de la división *A*, que

allí inclinan al S. 15° O.; písanse en seguida pizarras lustrosas, violadas y verdes, en alternación con lechos delgados de areniscas cuarzosas grises ó amarillas; siguen inmediatamente las mismas pizarras violadas con lechos de caliza dolomítica amarillenta, y sobre este conjunto (división *B)*, en capas inclinadas al N. y plegadas, se apoya la caliza azul *(C)*, coronada por areniscas rojas y conglomerados formados por elementos de diversa naturaleza, entre los que dominan los cuarzosos. Aunque este depósito recuerda la arenisca roja de las regiones clásicas, no puede referirse á esa formación del trías, porque se halla en discordancia estratigráfica con los precedentes, y tanto su posición como la pasta caliza que le forma el cimento, hacen deba considerársele como un aspecto particular, propio de la ladera meridional de La Nevada, de las tobas y brechas cuaternarias tan desarrolladas en esa región.

Continuando la marcha hacia Albondón se desciende, atravesando en orden inverso las mismas divisiones mencionadas, hasta llegar á una venta situada en una rambla espaciosa, y al subir por la ladera de La Contraviesa á Murtas, se muestran de nuevo las pizarras violáceas y verdes *(A)*, las pizarras con lechos delgados de arenisca y de dolomía parda con siderosa *(B)*, las calizas azules dolomíticas *(C)* y las calizas dolomíticas grises *(D)*. Esta parte del itinerario es notable por el desarrollo que en el tramo de Albuñol *(B)* adquieren las areniscas blancas micáceas, que forman bancos en él, y por la dificultad que ofrece para marcar el límite entre las calizas de Gádor *(C)* y de Lentegi *(D)*. En Las Alpujarras es siempre difícil poder observar el contacto de las calizas con las capas que se hallan junto á ellas, porque á ello se opone una costra gruesa de brecha tobácea que cubre los límites de aquellas rocas.

Cerca de Murtas, las calizas, inclinadas desde luego al S. 20° O., forman en seguida algunos pliegues en cuyos centros aparecen las pizarras con lechos de cuarcitas y de dolomías pardas. El pueblo citado se halla sobre esas rocas; pero más allá se sigue por largo trecho la zona de las calizas de los tramos de Gádor y de Lentegí, que forman la cresta de La Contraviesa; se cruzan después las pizarras y calizas del tramo de Albuñol, siempre muy plegadas, y se pasa á las pizarras satinadas del de Motril, que forman un espesor bastante notable con inclinación general hacia el S., sobre las cuales se continúa hasta la venta de Mediodía. Antes de Albondón, á la proximidad de la fuente Zarza, esas últimas hiladas se apoyan sobre unas micacitas

cristalinas, groseras, con bancos cuarzosos y lechos cargados de andalucita ó de granate, cuyo buzamiento varía del N. al NO.

El corte que se trazara desde Ugíjar á Torbiscón, siguiendo la rambla que se extiende entre esas dos poblaciones, mostraría la misma disposición, ya descrita, de los diversos tramos de pizarras satinadas y de calizas. Éstas asoman en la huerta de Las Naranjas, y más allá de Cádiar una falla pone en contacto las pizarras satinadas con las cristalinas turmaliníferas, inclinadas primero al S. y después al N. El barranco lateral que baja desde Torbiscón al río Grande sigue una falla dirigida de N. á S., y así, mientras que su ladera derecha da un buen corte de capas triásicas inclinadas al SE., la izquierda aparece formada por micacitas cristalinas granatíferas, inclinadas al O.

Ascendiendo por la ladera derecha, se muestra la serie siguiente:

A.—Pizarras satinadas violáceas ó de color verde claro (tramo de Motril);
B.—Pizarras satinadas violáceas, con lechos de cuarcita y de dolomía parda,
Pizarras gris azuladas, gruesas (tramo de Albuñol);
C.—Caliza azul y pizarras (tramo de Gádor);
B.—Pizarras y lechos delgados de dolomía parda,
Pizarras verdes y lentejones de yeso blanco (tramo de Albuñol);
A.—Pizarras satinadas violáceas y de verde claro (tramo de Motril).

En el puerto que se halla entre Torbiscón y Orgiva cubren á las pizarras satinadas las calizas dolomíticas azuladas del tramo de Gádor, inclinadas al SO., por cima de las cuales descansan unos bancos importantes de dolomías gris amarillentas (tramo de Lentegí), inclinados del SO. al NO., y que aquí, lo mismo que en la sierra de Gádor, presentan gran desarrollo. Según el Sr. Gonzalo y Tarín, esas dolomías constituyen toda la sierra de Lújar.

En Albuñol se muestra la misma serie que en Ugíjar. Las pizarras cristalinas micáceas, ya cuarzosas, ya granatíferas, señaladas en Albondón con inclinación del SE. al NO., se apoyan al sur de Los Gálvez contra las pizarras satinadas del tramo de Albuñol, inclinadas al N. 10° O., y dan muy pronto apoyo á un espesor de 80 metros, poco más ó menos, de bancos perfectamente estratificados de caliza azul obscuro y compacta. En seguida un plieguecillo hace que aparezcan

hacia Albuñol las pizarras satinadas violadas ó de verde claro, con lechos pardos calcáreos, y después se asciende sobre las calizas estratificadas del tramo de Gádor, en las cuales alternan las capas azules con otras alteradas, amarillentas, cargadas de siderosa y en relación con masas de yeso blanco de 5 á 6 metros de espesor. Aquí, lo mismo que en cualquiera otra parte de esta región, las capas en contacto con los yesos se muestran muy quebradas ó desordenadas. Por fin, al descender á Albuñol se pasa sobre las pizarras lustrosas con lechos pardos calcáreos *(B)*, y después sobre las pizarras satinadas, finas, violadas y de verde claro *(A)*, cuyas capas, hundidas unas sobre otras, ofrecen en algunos barrancos un aspecto falso de discordancias de estratificación.

Si desde Albuñol se marcha hacia La Mamola, no se tarda en abandonar las pizarras satinadas para caminar sobre micacitas inclinadas al S., que alternan en lechos delgados con otros bancos más gruesos, gris verdosos, que forman tránsito á cuarcita, y con pizarras granatíferas y pizarras feldespáticas. Á un quilómetro próximamente de La Mamola, esas pizarras cristalinas, que ahí buzan 80° al S., se apoyan, mediante una falla, contra las pizarras satinadas del tramo de Albuñol, que, inclinando ahí al N. 15° E. y midiendo 30 metros de espesor, no sólo son yesíferas, sino que encierran lentejones de yeso, substancia que se explota junto á la falla. Esas pizarras descansan normalmente sobre las satinadas verdes con cloritoide y venillas de cuarzo, que forman las escarpas hasta La Mamola, donde vuelven á tomar de nuevo inclinación al S.

En las dichas escarpas el tramo de Motril se hace muy notable, por lo mucho que en él abunda, el cuarzo en lechos de forma de rosario que, paralelos entre sí, alternan de centímetro en centímetro con otros de pizarra. Á ese cuarzo se asocian cloritoide, feldespato y epidota, resultando que la roca en su conjunto recuerda las cloricitas del terreno primitivo de Cherbourg.

Al oeste de La Mamola se observan nuevos asomos de pizarras. En el castillo de Ferro aparece aislado un isleo de caliza marmórea en lechos bien estratificados, con inclinación al SE., que acaso sea el numulítico que de Verneuil señala cerca de Gualchos, y que, si no es ese, no hemos conseguido reconocer en ninguna parte..

Alrededores de Motril.—Entre Gualchos y Motril se muestran buenos cortes triásicos. Gualchos está fundado sobre unas dolomías

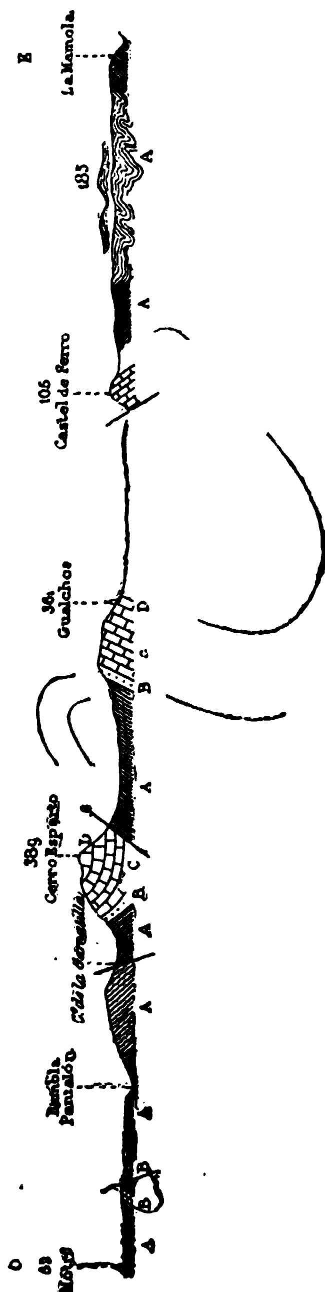


Fig. 6.—Corte de Motril á La Mamola.

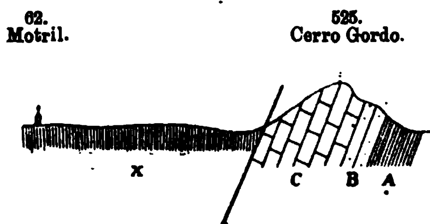
A.—Pizarras satinadas y pizarras con cloritoide de Motril. *C.*—Calizas azules de Gádor.
B.—Pizarras, yesos, areniscas y calizas dolomíticas amarillas de Albuñol. *D.*—Calizas dolomíticas blancuzcas de Lentegí.

amarillentas, cavernosas, de grano fino, en bancos gruesos que, sin duda, corresponden al tramo de Lentegí, por bajo de los cuales aparecen algunas capas pizarrosas apoyadas sobre lechos de calizas azules, inclinados al S. 50° O., que ofrecen los caracteres ordinarios de los del tramo de Gádor, y éstos á su vez descansan en concordancia estratigráfica sobre unas pizarras satinadas violadas con lechos delgados amarillentos de areniscas, ó dolomíticos (tramo de Albuñol), que ahí miden un espesor de 100 metros por lo menos. Hacia la fuente Moral se pasa de esas pizarras á las calizas azules de la hilada de Gádor, inclinadas al NE., y desde la fuente se baja á la rambla Pantalón, pasando primero sobre pizarras satinadas cloríticas de un color verdoso claro ó violado, con lechos calcáreos amarillentos y delgados (tramo de Albuñol), y después sobre pizarras satinadas violáceas, finas, arcillosas, con bancos samíticos, del tramo de Lanjarón.

En la rambla menciona-

da esas pizarras inclinan al S., y se las sigue hasta Motril; pero como en ese trayecto las cubren unas arcillas rojas con cantos rodados, es mejor estudiarlas al nordeste de aquella población, siguiendo, hacia el paraje en que hay establecidos diferentes hornos de yeso, un sendero por donde el Sr. Cazorla tuvo la amabilidad de guiarnos; el cual sendero, partiendo del camino del mismo Motril á la rambla de El Piojo, atraviesa bien pronto las pizarras satinadas violáceas y las cloritosas del tramo de Albuñol, inclinadas al S. 25° O. Con estas pizarras alternan lechos delgados, pardos, sabulosos ó calcáreos, así como filoncillos glandulares de cuarzo con clorita y feldespato; pero más adelante, á los lechos calcáreos amarillentos los reemplazan unos bancos de yeso, que de este modo vienen á ocupar la parte superior del tramo, formando en ella la cumbre de un pliegue, en el cual la inclinación pasa de la de buzamiento al S. á la del S. 60° E. La masa de yeso más importante de este territorio mide 10 metros de espesor; es de un blanco bastante puro, y muy notable por las manchas verdes que en ella forma la clorita y por la presencia en la misma de mica blanca y de cristalitos de cuarzo. Desde los hornos de yeso se continúa hacia Granatilla sobre pizarras violadas y verdes con bancos amarillentos sabulosos y calcáreos que inclinan al S. 65° E. (tramo de Albuñol).

Fig. 7.—Corte del cerro Gordo.



X.—Pizarras micáceas.

C.—Caliza azul, con crinoides y gasterópodos, que en la base pasa á una caliza azul con manchas en forma de llamas blancas, yesosas ó espáticas (Frailesca)........ 50 metros.

B.—Pizarras satinadas, finas, violadas y de verde claro, con nódulos de cuarzo acompañados de clorita, feldespato y malaquita. Estas capas (tramo de Albuñol) inclinan 50° al S. 30° O. 50 —

Carñiolas cavernosas amarillentas........ 10 —

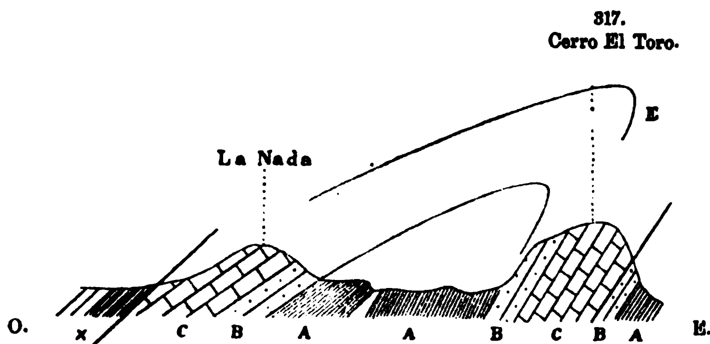
Pizarras de color verde dominante, con lechos de arenisca pizarreña, blanco-amarillenta ó verdosa, y otros calcáreos, delgados, amarillos........ 20 —

A.—Pizarras satinadas (tramo de Motril).

Si al norte de Motril se sigue la carretera de Granada, se marcha sobre pizarras cristalinas primitivas, inclinadas al SO., con turmalina, andalucita y granate, las cuales, á consecuencia de una falla dirigida á los 100°, se apoyan bruscamente, junto al mojón del quilómetro 3, contra la caliza del tramo de Gádor que forma el cerro Gordo. El corte representado en la fig. 7 muestra esa disposición.

Otra quiebra limita las calizas del tramo de Gádor *(C)*, allí cubiertas por tobas superficiales, y las revueltas del camino muestran las pizarras satinadas violáceas ó de verde claro del tramo de Albuñol, alternando con lechos, de 50 centímetros próximamente de espesor, de carñiola, dolomía, caliza y cuarcita, con colores pardo-amarillentos ó verdosos, debidos á la abundancia de pajuelas de clorita y cloritoide, muy esparcidas en las pizarras. Con frecuencia cubren los lechos calcáreos dendritas manganesíferas y en las pizarras que encierran las fajas cuarzosas, á su vez muy frecuentes, pero que no se ofrecen tan regularmente interestratificadas como en la mayor parte de los itinerarios más arriba descritos, sino que, por el contrario, forman numerosos filoncillos transversales, se presentan, sobre todo en el contacto con los mismos lechos cuarzosos, pirita cúbica, ortosa, penina, ripidolita, hierro oligisto laminar, siderosa, blenda, calamina, cuarzo en prismas bipiramidados y, con más abundancia todavía, clorita, y principalmente cloritoide en pajuelas grandes.

Fig. 8.—Corte del cerro El Toro.



C.—Caliza del tramo de Gádor.
B.—Pizarras, areniscas y calizas dolomíticas del tramo de Albuñol.
A.—Pizarras satinadas del tramo de Motril.
X.—Pizarras micáceas.

Si en lugar de seguir los ziszás del camino, se marcha atravesando peñascos normalmente á la dirección de las capas, desde los asomos calizos de cerro Gordo á la cumbre de El Toro (1238 metros de altitud), se reconoce que la montaña que se levanta al norte de Motril pertenece á un pliegue anticlinal, que en conjunto se inclina al SO., y, en efecto, de la caliza azul *(C)* del cerro Gordo, que se explota en el cortijo de La Nada, junto á la carretera de Motril (fig. 8), se pasa al nordeste á las pizarras satinadas con bancos amarillentos dolomíticos del tramo de Albuñol *(B)*, y después á las pizarras satinadas verde violadas *(A)*, que, con inclinación al S. 40° O., forman el centro de la bóveda, apareciendo nuevamente, al pie del cerro Toro, las pizarras lustrosas *(B)* que ahí contienen lechos delgados de cuarcita, algunos pardos, con 10 centímetros de espesor, de caliza rica en siderosa, y otros, más numerosos, pardos también y nudosos, de caliza en tránsito á carñiola, los cuales inclinan al S. 30° O. Subiendo, por fin, á ese último cerro se marcha sobre grandes losas de caliza azulada obscura, en la que se reconocen numerosos fragmentos de tallos de crinoides y secciones de gasterópodos indeterminables, la cual, con un espesor de 40 metros y con inclinación, como toda la serie, al S. 50° O., corresponde al nivel fosilífero de Gádor del Sr. Gonzalo y Tarín, y más adelante se halla otro espesor de más de 80 metros de dolomía granuda, gris azulada, cavernosa y con depósitos de calamina; dolomía que, formando la cumbre del mismo repetido cerro, se halla en capas concordantes con las de las rocas precedentes, aunque todas ellas, á nuestro modo de ver, en estratificación invertida, y corresponde al tramo de Lentegí. Al norte se apoya, mediante una fallita, contra las pizarras del tramo de Albuñol.

INMEDIACIONES DE VÉLEZ DE BENANDALLA.—Al norte de la comarca de Motril que acabamos de recorrer, se extiende una vasta región formada por pizarras satinadas con inclinación al SO., la mayor parte de las cuales corresponden al tramo de Lanjarón, hasta que se llega, no lejos de Vélez, á las capas superiores del triásico, ocultas bajo las tobas superficiales, tan comunes en este país, en el contacto de las pizarras y las calizas. Al norte de las calizas de Vélez aparecen nuevamente las pizarras satinadas de los tramos de Albuñol y Motril, cuya inclinación dominante permanece al SO., por más que se hallan plegadas y replegadas sobre sí mismas; y así es que al de-

jar, cerca del túnel de Izbor, las pizarras violadas del tramo de Motril, se pasa á las satinadas del de Albuñol, inclinadas al SO., en alternación con lechos de carñiolas, calizas y areniscas amarillentas, y después á las calizas azules del tramo de Gádor, difíciles de distinguir de las dolomíticas del de Lentegí, que, con inclinación al S. 30° O., forman la vertiente en que se abre el túnel y en que aparecieron diferentes manantiales termales durante el temblor de tierra.

Alrededores de Lanjarón.—En esta comarca, que hemos estudiado bajo la dirección de M. Michel Lévy, pueden observarse muchos puntos en que, á consecuencia de fallas, las capas triásicas se hallan en contacto de pizarras cristalinas. A los trabajos acerca del país, ya muchas veces citados, de los Sres. von Drasche y Gonzalo y Tarín, debe agregarse aquí una nota de D. J. Arévalo referente al valle de Lanjarón [1]; pero es tan compleja la estratigrafía en esa pintoresca porción del suelo, que no ha de poderse descifrar satisfactoriamente sino con el auxilio de un buen mapa topográfico de detalle.

En el barranco en que brotan, al norte de la villa, los manantiales que surten el establecimiento balneario de Lanjarón, se puede ver, á pesar de los derrumbamientos de las rocas, la superposición á las pizarras negro-violáceas y verdes del tramo de Motril, inclinadas al NO., de las satinadas del de Albuñol, que llevan interestratificadas otras piritosas negras, dolomías sabulosas gris amarillentas, carñiolas brechoides pardas y yesos blancos; y puede observarse también que una falla dirigida de N. á S. pone en contacto de esta hilada las pizarras cristalinas granatíferas que, con inclinación de 80° al S. 50° O., alternan con pizarras cloritosas y epidotíferas, y lechos de 10 centímetros de espesor de gneis con mica blanca.

Al oeste de ese barranco se ve, sobre el camino que por allí pasa, la superposición de las calizas dolomíticas á las pizarras del tramo de Albuñol; pero no nos ha sido posible en ese punto la distinción de los tramos de Gádor y Lentegí *(C* y *D)*, teniendo que limitarnos á exponer que las calizas que los representan, muy quebradas y dislocadas por esos parajes, se apoyan pronto contra un macizo de pizarras arcillosas antiguas con lechos de cuarcita micácea, entre las cuales se interponen unos bancos de mármol blanco con mica blanca

(1) *Datos geológicos del valle de Lanjarón.* (Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo III, pág. 251.)

y tremolita que, inclinados al N. 80° O., alcanzan un espesor de 50 metros próximamente.

Volviendo al este de Lanjarón por el camino de Orgiva, un barranco, tan profundo como pintoresco, muestra las pizarras verdes y violadas del tramo de Motril cubiertas por las del de Albuñol con carñiolas pardas y lajas de areniscas amarillentas, sobre las cuales, en parte ocultas por derrumbamientos, se extienden las calizas de azul obscuro con lentejones de yeso blanco y filoncillos de calcita (tramo de Gádor); observándose que, en la parte alta de la cuesta que hay que subir, el camino dicho va por calizas dolomíticas compactas, grisáceas, sin yeso y de estratificación poco marcada (tramo de Lentegí).

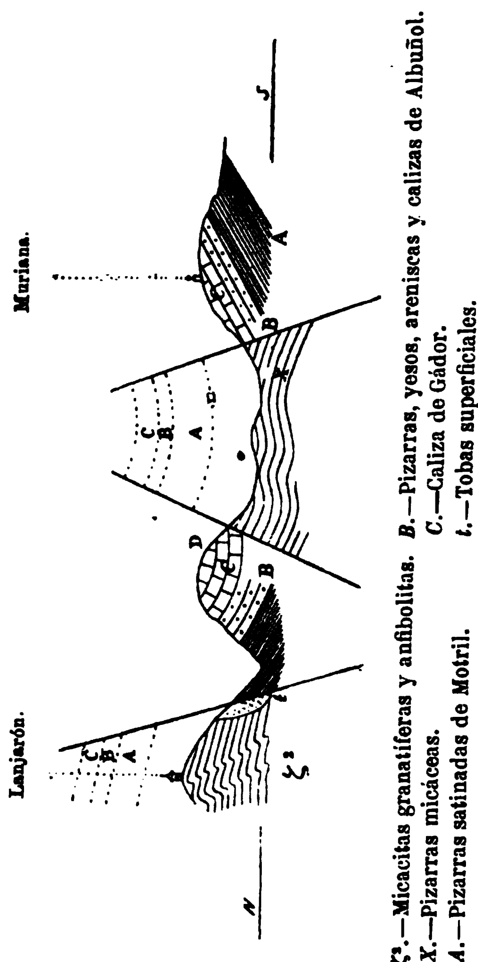


Fig. 9—Corte de Lanjarón á Muriana.

ζ.—Micacitas granatíferas y anfibolitas. B.—Pizarras, yesos, areniscas y calizas de Albuñol.
X.—Pizarras micáceas. C.—Caliza de Gádor.
A.—Pizarras satinadas de Motril. t.—Tobas superficiales.

En el barranco al nordeste de Lanjarón, en que se explotan los yesos acabados de mencionar, y bajo el peñón del Cobre, se halla otra fallita que pone en contacto las pizarras satinadas con las micacitas granatíferas; al sur de la misma villa, la caliza del tramo de Lentegí, bruscamente limitada por una falla, dirigida de E. á O., se apoya directamente, según se ve en la figura 9, contra las pizarras micáceas con andalucita que, formando muchos pliegues, se dirigen al S. 30° E., y todavía más al sur otra falla hace

que, marchando hacia Muriana, se pase directamente de esas pizarras micáceas á la caliza del tramo de Gádor, cuyas capas, inclinadas ahí con buzamiento al N., se apoyan sobre bancos de caliza dolomítica amarilla y de carñiola (tramo de Albuñol), apoyados á su vez sobre pizarras violáceas y de verde claro, satinadas y muy finas, que continúan por levante, constituyendo el suelo hasta Orgiva. Contienen algunos lentejones de cuarzo con cloritoide.

Para ir de Lanjarón á Izbor hay dos caminos: uno, sobre la orilla derecha del río, sigue la cresta en que aparece el mármol blanco con tremolita, más arriba citado, en capas que inclinan al N. 80° O., y al descender hacia el puente, después de atravesar lechos de mármol, cuarcitas epidotíferas, y sobre todo micacitas cuarzosas y epidotíferas, pasa, á causa de una falla, á las calizas del trías. El otro camino, casi impracticable, va junto á la orilla izquierda por las escarpas calizas de los tramos de Gádor y de Lentegí (*C* y *D*) en bancos gris azulados y con inclinación dominante al SO.; atraviesa el río al este del puente de Izbor, y pasa inmediatamente, por consecuencia de una falla, á las pizarras cristalinas en que se abre el camino precedente, y poco después atraviesa otra segunda falla delante de las calizas azules *C* y *D* del puente repetido.

Resumen.—Dedúcese de lo expuesto que Las Alpujarras están formadas en su conjunto de una alternación de pizarras y calizas en capas que afectan principalmente inclinaciones del S. al SO., pero que forman repetidos pliegues sinclinales y anticlinales paralelos entre sí, los cuales, con dirección á los 70° de la brújula en Las Alpujarras, y á los 100° próximamente en el oeste de la cadena, se ofrecen, por lo general, rotos según sus ejes, asomando por esas fracturas micacitas cristalíferas idénticas á las de la sierra Nevada.

La edad del tramo calizo de Gádor únicamente se ha determinado hasta ahora en virtud de los fósiles del muschelkalk descubiertos por el Sr. Gonzalo y Tarín en la sierra de aquel mismo nombre; pues aunque nosotros hemos encontrado también restos orgánicos en Las Alpujarras, su mal estado de conservación no permite determinarlos. Las calizas superiores á las del tramo de Gádor, ó sea las del de Lentegí, pueden referirse al trías ó al infralías. La edad de las pizarras satinadas y las que contienen cloritoide (tramos de Motril y de Albuñol), queda completamente indeterminada: la opinión de Haussmann, que las refirió al cambriano, ofrece la circunstancia de

ser la primera que se formuló; el Sr. Gonzalo y Tarín la acepta, y en realidad no hay pruebas para desecharla. La concordancia aparente de esas pizarras con las calizas triásicas, y la semejanza que las satinadas ofrecen con las rocas triásicas también de los Alpes occidentales, no bastan, en nuestro concepto, para considerarlas de esa misma edad, porque son, sin duda, anteriores á la inyección de los filones cuarzosos granulíticos que las atraviesan, y mientras no se demuestre lo contrario, debemos suponer que esos filones se formaron antes que el terreno hullero.

Creemos, pues, que la serie de los terrenos que constituyen la región andaluza situada al sur de la sierra Nevada, debe clasificarse como sigue:

FRÍAS.

D.—Calizas dolomíticas blanquecinas del tramo de Lentegí.
C.—Calizas azules del tramo de Gádor.

CAMBRIANO.

B.—Pizarras, yesos, areniscas, calizas dolomíticas amarillas del tramo de Albuñol.
A.—Pizarras satinadas y pizarras con cloritoide del tramo de Motril.
X.—Pizarras micáceas, pizarras y cuarcitas actinotíferas.

PRIMITIVO.

ζ^2.—Micacitas granatíferas, anfibolitas.

Recordaremos, por fin, que la sierra Tejeda nos ha ofrecido otro término inferior á los precedentes, ó sea el tramo de los gneises anfibólicos y dolomías (ζ^1).

III.—ESTRUCTURA ESTRATIGRÁFICA
DE LA CORDILLERA BÉTICA.

La disposición de las capas en las diferentes porciones de la cordillera Bética, demuestra que esta cadena no está formada únicamente por estratos plegados, levantados y cortados por fallas paralelamente á su dirección, sino que además un segundo sistema de

fallas transversales, próximamente normales á las primeras, la disloca y divide en diversas sierras.

El tramo inferior, ó de los gneises y dolomías, forma en la serranía de Ronda, según lo han demostrado MM. Michel Lévy y Bergeron, dos pliegues anticlinales paralelos, cuya dirección es próximamente á los 60°; de los cuales pasa el septentrional por Junquera y el meridional por la sierra de Mijas.

Ese tramo forma asimismo en la sierra Tejeda un pliegue anticlinal; pero como aquí se dirige á los 135°, poco más ó menos, sus capas no pueden acomodarse á las equivalentes de la sierra de Mijas, á no suponerlas proyectadas por una falla á lo ancho de Málaga. Si desde esta capital se tira una línea á Álora, se ve que los terrenos cristalinos á uno y otro lado de la misma línea, la cual, por otra parte, corresponde al valle del Guadalhorce y á una fila de cuencas terciarias, no se ajustan entre sí. Las capas de la sierra Tejeda no pueden unirse con las de la de Mijas sino describiendo en el fondo del mar un codo brusco en forma de V (fig. 10), á consecuencia del cual toman la dirección á los 90° que se observa de Torrox á Vélez-Málaga, y van de ese modo á parar á la falla arriba supuesta.

Á levante de los montes de Vélez-Málaga ya no hemos podido recorrer ese tramo de gneises y dolomías: el más antiguo en esas comarcas es el de las pizarras cristalinas cristalíferas, el cual cubre, sin duda, en la sierra Nevada al precedente, ocultándolo. Dichas pizarras forman, sobre todo, en esta sierra, un haz anticlinal, dirigido á los 70° próximamente, que no se relaciona con el anticlinal de la sierra Tejeda, sino trazando también un pliegue muy agudo en forma de V, que además debe ir acompañado de una falla, según se deduce del inmenso salto que ha sido preciso para que se hayan puesto al mismo nivel el tramo inferior de las dolomías por un lado, y el superior de las pizarras cristalinas por otro; y, efectivamente, esa falla transversal, que sensiblemente se dirige de Zafarraya á Motril, aparece bien patente entre este último punto y Molvízar, donde las pizarras cristalinas se apoyan contra las del tramo á que hemos dado ese mismo nombre de Motril.

Nótase al este de la sierra Nevada otro cambio brusco en la dirección del haz anticlinal de pizarras cristalinas, el cual toma arrumbamiento á los 60° poco más ó menos, acusando una falla que se confundiría con una línea tirada desde las inmediaciones de Guadix al

Fig. 10.—Plano esquemático que muestra la estructura de la cordillera Bética.

cabo de Gata; línea que coincide con la terminación de aquella sierra y con la alineación de las hondonadas terciarias de Guadix.

Así, pues, la disposición de los haces de pizarras cristalinas de la cordillera Bética demuestra al observador que, además de las fuerzas que determinaron el levantamiento de las mismas, su dirección dominante, sus fuertes inclinaciones y sus fallas longitudinales, otras fuerzas ocasionaron grandes fracturas transversales con desvíos horizontales de las porciones separadas por esas fracturas; las cuales, sin embargo, son más importantes para el geólogo que para el geógrafo, porque, á pesar de todo, no afectan á la uniformidad de los caracteres de la cordillera que separa la cuenca del Guadalquivir de la del Mediterráneo.

Las poblaciones andaluzas designan con nombres especiales las diferentes montañas que entre las sierras de Ronda y de Baza resultan de la división de la cordillera Bética en diferentes porciones, separadas entre sí por cortaduras que, como ya hemos dicho en la introducción á este trabajo, no son simples barrancos debidos á la acción de los agentes atmosféricos y de las aguas superficiales, sino que, plegada esa cordillera por impulsos dinámicos, se fraccionó con posterioridad al período triásico en partes que permanecieron en contacto hasta que las denudaciones terciarias y posterciarias ensancharon sus respectivos límites.

Por esa razón hoy se nos ofrecen los valles grandes y las cuencas terciarias acomodados á las líneas transversales de fractura de que acabamos de hablar, de las cuales las principales son tres en la región estudiada: la de Málaga, la de Motril y la de Guadix.

Si se trazan sobre un mapa, esas tres fallas aparecen paralelas, porque efectivamente todas se dirigen á los 120°; y si se prolongan convenientemente, se observa que la de Málaga pasa por el islote volcánico de Alborán (fig. 10); la de Guadix por el macizo del cabo de Gata, volcánico también, y la de Motril por el territorio de Zafarraya, determinado como epicentro del temblor de tierra que ha motivado estos estudios; epicentro que ocupa exactamente el vértice del codo anticlinal roto que describen las capas de la sierra Tejeda para pasar á la Nevada.

Parece, pues, que el macizo bético se ofrece en un estado de equilibrio instable que en los montes de Vélez-Málaga pudiera representarse bastante bien por un arco tendido cuyos extremos se apoyaran respectivamente en las sierras de Ronda y Nevada, y cuyo es-

fuerzo se tradujera por un empuje continuo sobre las dos fallas de Málaga y de Motril que lo limitasen á uno y otro lado. Las múltiples discordancias de estratificación y las oscilaciones del suelo que vienen repitiéndose en la región desde la época secundaria, podrian atribuirse, en esa hipótesis, á que las masas de la serranía de Ronda y de la sierra Nevada no son capaces de resistir sin ceder á esos esfuerzos que se ejercen sobre sus flancos.

Esto nos induce naturalmente á considerar las fallas transversales de Málaga, Motril y Guadix como líneas predispuestas para que en relación con ellas se manifiesten en la superficie de aquella comarca alteraciones en su equilibrio ó las acciones de las fuerzas subterráneas.

PARTE SEGUNDA.

PETROGRAFÍA.

CAPÍTULO PRIMERO.

ROCAS EN FILÓN.

La región andaluza, cuya estructura estratigráfica hemos bosquejado en el capítulo anterior, está constituída esencialmente por rocas pizarreño-cristalinas; las eruptivas y los filones son relativamente muy escasos.

I. Filones de rocas ácidas.—Pueden comprenderse bajo esta denominación los nódulos, riñones y lechos, por lo general cuarzosos, que cortan transversalmente las rocas cristalofídicas, demostrando con esas circunstancias que su formación es posterior al depósito de las mismas. Esos filoncillos, cuyo espesor oscila entre 1 y 10 centímetros, atraviesan indiferentemente las micacitas cristalíferas, las pizarras con cloritoide y las demás rocas pizarrosas, y constituyen el yacimiento de muchas especies mineralógicas, á veces en muestras bastante hermosas.

En ellos se observa que al cuarzo se asocian feldespato ortosa, plagioclasa (albita?), andalucita, cloritoide, penina, mica blanca, esfena, hierro oxidulado, hierro titanado, turmalina, rutilo, dolomía y siderosa; pero no todos estos minerales se ofrecen asociados ni en los mismos filones ni en todos los yacimientos: los filones ricos en andalucita rosácea y mica blanca, se hallan atravesando las micacitas cristalíferas; los que abundan en feldespato, cloritoide, clorita y diversos carbonatos, se presentan siempre en las pizarras satinadas ó con cloritoide. Estos últimos, bastante frecuentes en las inmediaciones de Motril, se asemejan mucho á los cloritosos que suministran los célebres ejemplares del Oisans y del Saint-Gothard.

La identidad de las especies mineralógicas contenidas en esos repetidos filoncillos con las que, en muchísima mayor cantidad, entran en la composición de las rocas cristalofídicas, dispensa el que entremos aquí en su descripción detallada, bastando que llamemos la atención acerca de la circunstancia de que las de los filones son mucho más puras: entre éstas, ni las láminas de cloritoide, por ejemplo, presentan inclusiones, ni los cristales de andalucita, rosáceos y transparentes, ofrecen nunca las que son características de la chiastolita. La repartición de las diversas substancias en un filón dado es, por lo general, confusa; pero en algunas ocasiones resulta regular y simétrica con relación á las salbandas, lo cual sucede cerca de Motril en un filón cuarzoso que, atravesando unas pizarras con cloritoide, presenta á los dos lados del contacto hermosas esferillas de micas negra y blanca.

La localización de las diversas especies en unos ú otros filones induce á referir, desde el punto de vista genético, á un mismo fenómeno la formación de los mismos minerales en un filón cualquiera y en la roca que le sirve de caja. La andalucita y sus acompañantes cristalizaron el estado de pureza en las geodas y grietas, mientras que esas mismas substancias se originaban en el seno de las rocas en un medio cargado de partículas extrañas en suspensión, que las impurificaron, é iguales circunstancias se observan entre el cloritoide que contienen algunos filones y el de las pizarras que los comprenden.

Esos diversos filones de rocas ácidas entran en la categoría de los primarios de M. K. Lossen (1); M. Michel Lévy los considera como las terminaciones de los granulíticos, y pudieran también compararse con los glandulares que M. Lehmann (2) describe, al contacto del granito, en la región granulítica de Sajonia.

La asociación de la andalucita ó del cloritoide á minerales fluoratados, boratados y titanados, y la abundancia de inclusiones líquidas en el cuarzo de los criaderos, refiere la formación de los mismos á fenómenos de emanación; así como la relación que constantemente se observa entre las especies minerales que constituyen los filones y las de las rocas de la caja prueban que los hastiales no desempeña-

(1) *Zeitschr. des deutschen geol Gesell.*, Bd. XXVIII, 1875, pág. 967.
(2) *Die Entstehung der altkrystall. Schiefergesteine:* Bonn, 1844, páginas 67-69.

ron un papel puramente pasivo en la constitución de aquéllos. De esos dos hechos se deduce que los elementos volátiles de los filoncillos de la sierra Nevada penetraron bajo presiones fuertes en las rocas, activando las afinidades químicas y favoreciendo los movimientos moleculares; por lo cual pudieron cristalizar al mismo tiempo, tanto en las capas como en las grietas que dieron paso á aquellas substancias los diversos silicatos que en ellas se observan, cuya naturaleza se halla siempre en relación con la composición química inicial de la roca atravesada.

II. Filones de rocas básicas.—Son muy raros en la parte de Andalucía que hemos recorrido; pero á ellos se refieren los filoncillos de diorita con anfíbol, esfena, oligoclasa, cuarzo y clorita que hemos señalado en la comarca litoral de Torrox.

Aquí convendría describir también las célebres serpentinas del barranco de San Juan; pero las nieves nos impidieron el poder estudiarlas en el sitio que ocupan.

III. Granulitas gneísicas.—En muchos parajes de la sierra Nevada (Lanjarón) y de los montes de Vélez-Málaga (Canillas de Aceituno, Alcaucín, Cómpeta) se hallan lechos, cuyo espesor varía entre algunos centímetros á muchos metros, de unas rocas blancas y estratocristalinas, que se distinguen de las que describiremos en el capítulo siguiente por la abundancia y el estado del feldespato que contienen. Á la simple vista son unos gneises con mica blanca ó leptinitas muy ricas en turmalina.

Observadas al microscopio láminas delgadas de esas rocas, la turmalina se ofrece en cristales, con frecuencia bien terminados, de 3 á 10 milímetros, de color obscuro y con zonas concéntricas diversamente coloreadas (Cómpeta), mostrándose á veces completamente opaca y la más policróica de cuantas hemos visto, pues da un color negro azulado, según n_g. Algunos cristales de los ejemplares de Lanjarón aparecen finamente dentellados á consecuencia de los granillos de cuarzo que en gran número los penetran por todas partes.

Abundan las láminas de mica blanca en grandes haces incoloros, no dicróicos, que presentan los caracteres ordinarios de la muscovita.

El feldespato triclínico se halla distribuído con mucha irregularidad, y aun á veces falta del todo (Alcaucín). Por lo general se pre-

senta en granos irregulares, sin contornos cristalinos, constituídos de láminas que forman maclas, según la ley de la albita, sobre las cuales es frecuente se halle otra macla en cruz, según *p*, con eje de rotación según la ortodiagonal. No hemos observado extinción superior á 15° en la zona ph^1, y además la extinción simultánea de las láminas en la zona pg^1 nos hace referir este feldespato al oligoclasa. Sin embargo, ciertos feldespatos triclínicos de Lanjarón parece que corresponden mejor á la albita, y la microlina se reconoce también en algunas preparaciones de esa localidad.

La ortosa, muy esparcida, se halla en grandes cristales resquebrajados, generalmente deslustrados y alterados, más abundantes que los de plagioclasa y, como los de ésta, destrozados. Son notables por lo irregular de sus contornos y por hallarse penetrados de cuarzo de corrosión en gotitas y ramillas, que además forman con frecuencia á su alrededor un círculo de micropegmatita grosera, de extinciones simultáneas. Pero el cuarzo en ramillas no se limita á acompañar al ortosa, sino que envuelve también los granos de feldespato triclínico, pudiendo observarse algunos de éstos, con su correspondiente corona de cuarzo palmeado, incluídos en el centro de los cristales de ortosa, en cuyo perímetro forma asimismo dentelladuras el cuarzo.

Es frecuente que los feldespatos estén, á consecuencia de un principio de descomposición, turbios y cubiertos de un polvo de aspecto talcoso.

El cuarzo se presenta, además del modo dicho, en abundantes granos de forma irregular, ya esparcidos, ya reunidos en líneas sinuosas de diferentes orientaciones ópticas. Estos granos nunca aparecen resquebrajados, como sucede con frecuencia con los de los gneises, sino siempre enteros é intactos.

La abundancia del ortosa con sus coronas de cuarzo palmeado caracteriza las rocas de que hablamos y las distingue de las micacitas gneísicas de la región. En ellas, aparte de los minerales citados, se hallan esfena, hierro oxidulado, circón, mica negra, clorita, calcita y, con más rareza, granate y rutilo. La calcita se limita á las leptinitas de Lanjarón, que se hallan á la inmediación de los cipolinos; la mica negra, poco abundante (Cómpeta, Alcaucín), se presenta en láminas dicróicas, pardo-verdosas, con frecuencia alterada y transformada por epigénesis en mica blanca.

Los contornos de los minerales que constituyen las mismas rocas son, por lo común, irregulares, como si, originados en su mayor

parte todos á la vez, se hubiesen estorbado recíprocamente en su crecimiento. La repartición en ellos de los granos de cuarzo y feldespato, cuyo grosor es muy variable, es también irregular, haciendo que las leptinitas sean á trechos más cuarzosas ó más feldespáticas, lo mismo que ocurre, según MM. Benecke y Cohen (1), en las de las cercanías de Heidelberg.

Los caracteres mineralógicos de estas leptinitas les dan grandes analogías á los gneises rojos de Sajonia, que han sido objeto de numerosos trabajos. Considerados esos gneises ácidos como sedimentarios por MM. Credner, Kalkowsky, Jentzsch, Gümbel y Adrian, los creen eruptivos MM. H. Müller, von Cotta, Scheerer, Stelzner, Förster, Jökely y Naumann, y para M. J. Lehmann (2) los lechos delgados de gneis rojo interestratificados en Sajonia, como los que describimos aquí, resultaron de la inyección de un granito con muscovita en las rocas estrato-cristalinas.

Nuestra excursión en Andalucía fué demasiado rápida para que podamos aducir nuevos argumentos á una cuestión tan debatida, y únicamente señalaremos que en el macizo de la sierra Nevada no hemos observado ningún filón transversal que permita establecer un origen eruptivo á nuestra granulita gneísica.

CAPÍTULO II.

I.—ROCAS SEDIMENTARIAS CRISTALINAS.

Las rocas cristalofídicas de Andalucía que vamos á describir son de origen sedimentario. El orden con que se solidificaron los minerales que las constituyen no es el de la fusibilidad de los mismos, sino el que se observa en los sedimentos paleozóicos de Bretaña, donde esos silicatos se formaron bajo la influencia del metamorfismo de contacto. Aquellas rocas, pues, son también de origen metamórfico; y aunque todos los autores que de ellas han escrito admiten que corresponden á la *edad primitiva*, esto no está suficientemente demostrado.

MICACITAS.—Las micacitas de la sierra Nevada y de los montes de

(1) *Abriss der Geol. von Elsass:* Strasbourgo, 1879, pág. 2.
(2) *Entstehung de altkrystall. Schiefergesteine:* Bonn, 1884, pág. 19.

Vélez-Málaga están formadas esencialmente por cuarzo y mica. Al microscopio, el cuarzo se presenta en granillos perfectamente limitados, angulosos, regulares, casi exagonales ó elípticos, cimentados por una reunión de hojuelas paralelas de mica negra, de consolidación simultánea. Las laminillas de esa mica son pardas, muy dicróicas, transparentes, de crucero bien marcado, paralelo al pizarreño; no presentan contornos poliédricos, y se sobreponen unas á otras formando planchuelas irregulares que se extienden en el sentido de la estratificación (collado de La Rágua, Albondón, Motril, Júbar).

La mica blanca, muy esparcida en las micacitas de que hablamos, forma montoncitos irregulares de algún volumen con todos los caracteres de la muescovita típica. Las secciones normales á la estratificación muestran con toda claridad la distribución de esta mica en la roca, demostrando que no se halla diseminada con irregularidad, sino concentrada en ciertos puntos y dispuesta de manera que sus cruceros ya son normales, ya oblicuos á la estratificación. Las láminas de crucero muestran dos ejes ($2V = 40°$) alrededor de una bisectriz negativa.

MICACITAS GRANATÍFERAS.—Son las rocas que más abundan en la sierra Nevada: acaso en ninguna otra parte del mundo exista semejante acumulación de granates. Estas micacitas, generalmente bastante groseras y de colór obscuro, merecen con frecuencia el nombre de pizarras escamosas, á causa de su estructura, debida á la disposición de la mica en pajuelas onduladas, y nó, cual sucede en los filadios, en membranas planas y paralelas. Es difícil conseguir buenas muestras de estas rocas, porque se deshacen bajo el choque del martillo en multitud de trocitos lenticulares de superficie micácea, lustrosa ó anacarada.

Una gran parte del cantón de Scaër, en Bretaña, está formada por pizarras escamosas análogas á esas.

La abundancia de granates da á veces á la roca un aspecto agranulado y rugoso; pero los productos que resultan de deshacerse las alteradas no dejan de presentar el aspecto lenticular, gracias á un baño de mica (biotita ó muscovita) que siempre envuelve á los granates, aislándolos de la pasta de la roca.

El tamaño de los granates varía mucho: por lo general microscópicos, es frecuente que tengan un diámetro de 4 á 5 milímetros, el cual sólo llega excepcionalmente á un centímetro. Su color es el

rojo parduzco, y su forma más habitual la del rombo-dodecaedro.

En láminas delgadas, presentan al microscopio un color rojizo amarillento, una superficie granosa característica y son isótropos. Por lo común, menos ricos en inclusiones que los de Saint-Gothard [1] y de Auerbach [2]: éstos sólo presentan excepcionalmente (rambla de Gualchos) la disposición regular, según los ejes cristalográficos, señalada por M. Renard [3] en los granates de Bastogne. El rutilo, el grafito, la mica y el cuarzo son los minerales en que principalmente consisten aquellas inclusiones; pero debe advertirse que, sin embargo, ese cuarzo, en granillos irregulares redondeados, es de formación más reciente que la del granate, pudiendo muy bien suceder que reemplace á otras inclusiones que han desaparecido por alteración. En efecto, dichos granillos se ofrecen alineados; abundan más en los cristales grietados que en los otros, y con frecuencia se encuentran en la porción central de los granates ó en un costado de la periferia.

Numerosas preparaciones nos han mostrado todos los granates, comprendidos en cada una de ellas, atravesados por junturas rectilíneas, paralelas todas las de un ejemplar cualquiera, é independientes, por lo tanto, de los cruceros, las cuales creemos, con M. Renard, que es el primero que ha señalado un hecho análogo en las rocas granatíferas de Bastogne, se han ocasionado por las acciones mecánicas que tan señaladas muestras de energía han dejado en el macizo de la sierra Nevada; es decir, que los granates incluídos en la roca sólida, al sufrir la influencia de la presión que determinó en ella la estructura pizarreña, se hendieron, según planos paralelos, relacionados con los que determinan esa estructura. Es frecuente que el cuarzo se halle también en nódulos glandulares dispuestos según esos mismos planos.

Dichos granates suministran además, como otra prueba de las presiones desiguales á que han estado sometidos en las rocas, señales de haber resbalado dentro de las mismas después de su formación (Júbar), dejando surcos que posteriormente se llenaron de prismas entrelazados de cuarzo que pasa al de corrosión, ya señalado en ciertos granates, é idénticos á los que forman las coronas cuarzosas

(1) Delesse, *Annales des mines*, 5e sér., tomo XII, pág. 764.
(2) Knop, *Zeitschr. der deutschen géol. Gesell.*, Bd. XXIV, 1872, pág. 421.
(3) *Bull. Mus. royal d'hist. nat. de Bruxelles*, tomo I, 1882, pág. 18.

señaladas por M. Renard alrededor de los cristales de magnetita que constituyen los nódulos de los filadios de Rimoge [1], y por M. Luedecke envolviendo á los granates de Syra.

Los de las micacitas de que hablamos, aunque por lo común bien conservados, muestran á veces fenómenos interesantes de alteración, ya presentándose rodeados de una corona de limonita ó de clorita, ya transformados, más ó menos completamente, en mica negra, de la manera descrita por M. Lehmann [2]. Esta substancia, en efecto, aparece en numerosos montoncitos sobre la periferia del granate, ó rellena las grietecillas que lo atraviesan, y después, mientras que la materia del granate va reduciéndose á un núcleo más ó menos corroído, el conjunto de los montoncitos de mica negra, formados á sus expensas, quedan reproduciendo el contorno exterior exagonal del cristal primitivo (Mairena, Motril, El Saltadero).

En otros casos, los granates aparecen envueltos en mica blanca; pero entonces los cristales conservan sus ángulos y sus aristas vivas, limitándose los montoncitos de muscovita á formar sobre ellos á modo de un barniz (norte de Vélez-Málaga). Las secciones normales á las hojas de las micacitas muestran claramente que la mica blanca es posterior al granate. En una preparación de El Saltadero hemos visto que las laminillas de esa mica forman un lecho continuo á través de las dos mitades de un granate roto.

Además de los granates que constituyen la masa principal de las micacitas granatíferas de la sierra Nevada, éstas contienen micas negra y blanca, cuarzo, granos de hierro magnético y de carbón y agujas de turmalina de 0,2 á 0,3 de milímetro, con iguales caracteres todos estos elementos á los que hemos descrito en las micacitas comunes. En las del norte de Júbar nos ha parecido que es también bastante común el circón en cristalillos de $0^{mm},2$ de longitud, incoloros, muy refringentes, dando la segunda coloración sensible, y positivos según el alargamiento.

La estaurótida (El Saltadero, La Mamola), la andalucita (Játar), el rutilo y, especialmente, el feldespato (Júbar), son elementos que, con los mismos caracteres que ofrecen en las micacitas con andalucita que vamos á describir, se agregan en algunas ocasiones á los

(1) *Bull. Mus. royal d'hist. nat. de Bruxelles*, tomo II, 1883, lám. VI.

(2) *Die Entstehung der altkrystall. Schiefergesteine:* Bonn, 1884, pág. 223, lám. C, fig. 3.

precedentes. Cuando en las micacitas granatíferas existe estaurótida, ésta va incluída en los granates (rambla de La Mamola).

MICACITAS CON ANDALUCITA Y ESTAURÓTIDA.—Estas rocas (Lám. *J*, fig. 2), muy abundantes en el macizo de Vélez-Málaga y hacia Lanjarón, conservan en Andalucía un aspecto bastante constante, que no es á la simple vista ni el de las pizarras compactas, córneas, de la meseta de Los Vosgos, ni el de las pizarras porfiroides con grandes cristales, de Bretaña y de Asturias. Son unas micacitas negruzcas, formadas por grandes láminas onduladas de mica blanca ó negra, que se subdividen con gran facilidad en membranas, y que envuelven nódulos elípticos aplastados de $0^{mm},01$ á $0^{mm},02$ por $0^{mm},001$ á $0^{mm},002$ de cuarzo, andalucita y estaurótida, cuyas formas no se pueden reconocer, por lo general, á la simple vista. Á veces estas micacitas se hienden según los planos en que esos nódulos se hallan dispuestos, y entonces las andalucitas y las estaurótidas se muestran en prismitas negruzcos de $0^{mm},01$ á $0^{mm},02$ por $0^{mm},002$ á $0^{mm},003$, hacinados ó divergentes y tendidos en esos mismos planos. La sillimanita, en finísimas agujas, forma en algunos casos lechos análogos, notables por su color blanco de nieve.

Al microscopio, las micacitas que consideramos se componen uniformemente, lo mismo que las granatíferas, de cuarzo y micas negra y blanca; pero además contienen en abundancia andalucita, estaurótida, granillos de grafito, hierro oxidulado y hierro titanado, y, accidentalmente, sillimanita, turmalina, circón, granate y distena.

La andalucita, que generalmente no ofrece contornos bien limitados, reconociéndose en ella sólo por excepción las caras *m*, *p*, e^1, es lo más frecuente que se presente incolora; pero á veces posee un hermoso color de flor de albérchigo (Rubite, río Patamalara, Agrón, Albondón), ó las inclusiones carbonosas le imponen una coloración negra. El número de sus cristales no es mayor que el que se percibe á la simple vista, y sus dimensiones son bastante uniformes, sin que desciendan nunca á ser verdaderamente microlíticos, ni alcancen jamás las proporciones que ofrecen en el norte de España.

En láminas delgadas, esos cristales rómbicos presentan las extinciones características del sistema: los cruceros *m*, *m*, aparecen claramente en trazos rectilíneos, discontinuos; los ejes ópticos situados en el plano g^1 están muy separados; la bisectriz n_p es negativa, paralela al eje vertical, y al vibrar los rayos polarizados dan color rojo

de carne según n_p, y amarillo verdoso pálido según n_m y según n_g. Los colores, pues, según n_m y n_g no se diferencian en nuestras preparaciones; pero, por el contrario, tallados esos cristales, según *mm*, se distinguen inmediatamente de los de ortosa, sillimanita y estaurótida, sobre todo si las láminas son un poco gruesas, por el hermoso color rosáceo que presentan cuando se hallan tendidos paralelamente á la diagonal menor del nicol. M. Michel Lévy ha observado en las secciones perpendiculares á la normal óptica positiva n_g la existencia de anomalías que impiden que una sola y misma porción se extinga en toda su superficie. La birrefracción es de 0,011.

Al cristalizar las andalucitas incluyeron granillos finos de substancias carbonosas que ya las llenan del todo, ya faltan en absoluto; pero sólo excepcionalmente esas substancias (Agrón, Játar) presentan la disposición simétrica tan común en la especie que consideramos. La mica negra y el cuarzo, que, de formación posterior, también se observan con frecuencia incluídos en laminillas ó en granillos redondeados, se hallan siempre concentrados en la periferia ó alineados en las hendeduras. Los cristales de andalucita se muestran á veces transformados por epigénesis en un mineral micáceo, escamoso, palmeado, blanco amarillento ó algo fibroso y en disposición radial, el cual presenta bajo el microscopio el aspecto de las micas blancas: la transformación se ha verificado gradualmente de fuera á dentro (río Patamalara, Játar). En Agrón hemos recogido unos curiosos ejemplares de micacita con andalucita, desprovistos de mica negra.

La estaurótida no sólo se halla dispuesta en la roca de la misma manera que la andalucita, sino que, por regla general, va asociada con ésta (Lanjarón, Torre del Mar, rambla de Gualchos, Jayena). De semejante asociación no hemos visto ningún ejemplo en las micacitas primitivas de Bretaña, en las cuales, sin embargo, esos minerales se ofrecen con gran abundancia, y únicamente la conocemos en los terrenos silurianos y devonianos metamorfoseados del territorio de Morlaix, en la misma Bretaña.

El tamaño de los cristales de estaurótida de las micacitas andaluzas varía en general de 2 á 4 milímetros de largo por uno de ancho, sin que en ellas hayamos observado ninguno comparable á los de muchos centímetros que se obtienen en los terrenos cambrianos de Bretaña. Tienen aquéllos la forma de prismas prolongados según *mm*; presentan las caras ordinarias *m*, g^1 y *p*, un crucero fácil según g^1 y otro menos marcado según *m*; el plano de los ejes ópticos es

perpendicular al crucero g^1; la bisectriz aguda positiva es paralela á la arista de alargamiento *mm*, y las tintas, muy características, del policroismo dan amarillo de oro según n_g, pardo amarillento pálido según n_m, y amarillo pálido según n_p.

La mayor parte de los cristales de estaurótida, tanto en Andalucía como en Bretaña, son simples, y en los casos en que los individuos se ofrecen en macla es más común la de 60 que la de 90°. Las micacitas de la rambla de La Mamola (Lám. *J*, fig. 2) presentan algunas estaurótidas que, aun cuando sencillas á la simple vista, muestran al microscopio algunas, aunque pocas, láminas anchas en macla de 60°

Las inclusiones de grafito, gases, cuarzo y mica negra son frecuentes en la materia de que tratamos: la abundancia del grafito es á veces excepcional y da á ciertos cristales (Lanjarón) un color completamente negro, así como en otras ocasiones, teniendo aquéllos los bordes limpios, el carbón llena su interior disponiéndose según a^1. Que, por otra parte, el cuarzo y la mica negra son de formación posterior á la de la estaurótida, lo demuestra el hecho de que no es raro observar fragmentos de cristales de esa última materia, rotos según planos de división fácil paralelos á *p*, cimentados por la pasta cuarzoso-micácea; además de que la asociación de los granillos y pajitas de cuarzo y de mica que constituyen la roca, se continúa á veces á través de la substancia de la estaurótida bajo la forma de inclusiones alineadas. El cuarzo y la mica negra han cristalizado, por consiguiente, con posterioridad á la estaurótida y en el período en que la roca, en la cual suelen verse también fragmentos de cristales de granate (El Saltadero, Competilla), adquiría su estructura pizarreña. Sucede también, por último, que en algunos casos se halla la estaurótida incluída en el granate (rambla de La Mamola); pero este último es anterior á la andalucita, en la cual suele ofrecerse en inclusiones (río Patamalara).

La mica negra se encuentra en escamitas entrelazadas al estado naciente ó en grandes láminas parduzcas, muy dicróicas, de crucero fácil y un eje negativo, muy notables por su tamaño y por sus contornos irregulares, no poliédricos, las cuales apenas contienen más inclusiones que cristalillos de circón, á veces en gran número, y granillos de cuarzo, sin duda secundario. Esas láminas de biotita aparecen entrelazadas de un modo bastante irregular, formando montoncitos largos, pero poco extensos, á los que no sólo no ha dis-

locado la cristalización del cuarzo, tan abundante en la roca, sino que, por el contrario, aparecen interrumpidos á la inmediación de los cristales de estaurótida y de andalucita, á los cuales envuelven modelándolos irregularmente, ó por entre cuyas grietas penetran en compañía del cuarzo.

La mica blanca presenta los caracteres de la muscovita en láminas grandes, y la turmalina, muy dicróica, ofrece en algunos casos (Compelilla) el mismo color negro azulado según n_g que en las granulitas gneísicas descritas más arriba.

El cuarzo, que es el elemento que forma casi toda la masa de la roca, se halla en granitos, por lo común elipsoidales y á veces diexaédricos. En ellos son raras las inclusiones sólidas, y las líquidas, más frecuentes, muestran burbujas móviles á la temperatura ordinaria. La mica negra, incluída en algunas ocasiones, se halla más generalmente entre los granos de cuarzo, y lo mismo sucede con los gránulos carbonosos, tan abundantes en la roca y cuya formación es seguramente muy anterior á la del mismo cuarzo.

La distena, en prismas alargados según *mt*, fracturados en sus extremos, finamente hendidos y maclados en el sentido de su largor y con extinción muy oblicua, se ha recogido cerca de Almuñécar por MM. Michel Lévy y Bergeron, y por M. Bréon en los alrededores de Lanjarón.

Las agujas de sillimanita (al norte de Vélez-Málaga) recuerdan el aspecto de la apatita. Sus caras más desarrolladas son las del prisma *mm;* presentan fracturas transversales; se extinguen á lo largo bajo los nícoles cruzados, y, comunmente, se terminan en los extremos por fibras y no por caras. Esas fibras, muy abundantes en estas micacitas, se parecen mucho á ciertos productos de descomposición de la andalucita (río Patamalara).

El último mineral de las rocas de que hablamos, sobre que queremos llamar la atención, aparece á la simple vista bajo la forma de escamitas circulares negras y brillantes, las cuales son al microscopio opacas y negras, presentando en las porciones bien conservadas un reflejo gris de acero (Játar, Gualchos). Como esas escamitas se hallan sembradas por todas partes en la roca, las formas de sus secciones varían bastante en las preparaciones. Las que aparecen dispuestas según el plano pizarreño, son groseramente redondas ó, mejor dicho, de un contorno subexagonal irregular; aparecen rodeadas de una zona, incolora ó amarillenta, de substancia micácea ó de cuarzo

granujoso; su porción central es opaca; pero, grietada irregularmente, presenta muchas perforaciones, á través de las cuales se observa una capita grísea ó amarillenta, de bordes obscuros, que se asemeja al barniz de esfena de ciertos hierros titanados de las rocas básicas. Las secciones transversales son relativamente largas y estrechas, ensanchadas hacia el centro y adelgazadas en los extremos, de manera que se asemejan á las de un huso, es decir que son elípticas; resultando, por consiguiente, para las escamillas una forma de disco, ó más bien de romboedro muy aplastado. Parecen, pues, idénticas por sus caracteres á ciertas pajuelas esparcidas con mucha abundancia en las pizarras metamorfoseadas de Paliseul (Ardenas) y señaladas por uno de nosotros en diversos puntos de Asturias. M. Renard [1] ha conseguido determinar su naturaleza mineralógica aislándolas por medio del borotungstato de cadmio y analizándolas después. Al análisis cualitativo le han dádo hierro, manganeso y ácido titánico, y una investigación cuantitativa ha demostrado que el mineral en ese estado es un hierro titanado manganesífero que debe comprenderse en la ilmenita. Uno de nosotros ha demostrado en otra ocasión [2] que á medida que esa ilmenita va abundando en las pizarras metamorfoseadas, disminuyen en las mismas los microlitos de rutilo.

MICACITAS FELDESPÁTICAS Y GNEISES GRANULÍTICOS.—Las micacitas feldespáticas ó gneises granulíticos son rocas pizarreñas de superficies onduladas, ricas en laminillas de micas negra y blanca, de contornos más ó menos bien determinados, y que muestran, por lo menos en las secciones transversales, granos de cuarzo, y otros, más gruesos, transparentes y grietados, de feldespato. Rigurosamente hablando son, pues, gneises, y, efectivamente, su yacimiento principal es el tramo inferior de los gneises y micacitas de la sierra Tejeda; pero se encuentran también en el tramo de las pizarras cristalíferas en Canillas de Aceituno, Mairena, Cómpeta y diversos parajes de la sierra Nevada.

Las micas de estas rocas presentan al microscopio los mismos caracteres que las de las micacitas precedentes. En láminas delgadas se reconoce que la cantidad de feldespato es muy variable, puesto que, reducido en ocasiones á la condición de mineral accidental,

(1) *Bull. Mus. royal d'hist. nat. de Bruxelles*, tomo III, 1884, pág. 31.

(2) Ch. Barrois, *Annal. Soc. géol. du Nord*, tomo XII, 1884, pág. 117.

abunda en otras más que el mismo cuarzo. En general no se halla en formas cristalinas bien determinadas, sino en granos redondeados, irregularmente limitados, cuyos contornos los acusan con frecuencia unas pajuelas de mica blanca que se agrupan á su alrededor, ó unas orlas de limonita. La mayor parte de esos granos feldespáticos son de ortosa muy bien conservada y transparente, y se hallan tan estrecha é íntimamente asociados con el cuarzo, en filoncillos y montoncitos, que puede suponerse que esas dos substancias se han originado al mismo tiempo. Los cristales de ortosa son comunmente simples, y entonces se extinguen de una vez bajo los nícoles. Á veces presentan la macla de Carlsbad. Son alargados según pg^1.

En ocasiones se hallan esparcidas en la roca, con tanta abundancia como el feldespato ortosa, láminas polisintéticas de plagioclasa, que presentan, bajo los nícoles cruzados, extinciones semejantes á las de la oligoclasa. Alcanzan los cristales del feldespato triclínico grandes dimensiones; están muy bien conservados con sus ángulos íntegros, y ofrecen maclas muy finas de la albita y de la periclina en Cómpeta y Canillas.

El cuarzo abunda en granos gruesos irregulares, granulíticos, irregularmente entrelazados y llenos de inclusiones líquidas, con burbuja á veces móvil á la temperatura ordinaria. Presentan la polarización de agregado, es decir, que cada uno de los granos no se extingue de un golpe, sino ofreciendo un aspecto de muaré debido á extinciones sucesivas que se extienden progresivamente. Este cuarzo, de formación más reciente que la del feldespato y con los caracteres de secundario, se presenta á veces incluído al estado de laminillas en la mica blanca. En algunos lechos abunda tanto que la roca pasa á una cuarcita micácea.

Estas rocas, que contienen además otras diversas especies minerales menos abundantes que las precedentes y ya descritas en detalle al tratar de las micacitas cristalíferas, tales como granate, hierro oxidulado, grafito, estaurótida, andalucita y epidota, pueden clasificarse en dos grupos: *micacitas feldespáticas*, ricas en diversos minerales, pero que sólo contienen accidentalmente granos de feldespato (Játar, Júbar, Agrón, Lanjarón); y *gneises granulíticos*, muy abundantes en feldespato, pero que no contienen sino raros trocitos de los otros minerales precitados (Canillas, Cómpeta), los cuales acompañan siempre á las porciones, más ó menos dislocadas, de mica negra asociada á penachitos fibrolíticos.

II.—PIZARRAS.

Las pizarras, cuya descripción va á seguir, corresponden á la formación cambriana, tal cual más atrás la hemos definido para la región de nuestro estudio. Generalmente se han solido designar con los nombres de *talcitas* y *pizarras cloritosas*, pero son *filadios*.

Pizarras satinadas.—Las pizarras satinadas, de variados colores, finas y suaves al tacto, tan extendidas en Las Alpujarras, donde se han definido por el Sr. de Botella (1) como pizarras arcillosas abigarradas de hojas lustrosas, se distinguen siempre en el terreno por su alteración profunda y por los colores vivos, gris rosáceo, violado, verdoso y pardo, de los productos de su descomposición (*láunas*).

Haussmann (2) fué quien primero señaló la tendencia de las pizarras de las inmediaciones de Adra y de Las Alpujarras á pasar á las talcitas y cloricitas, y esas son también, sin duda, las pizarras que Ezquerra del Bayo (3) designó con el nombre de *Weisstein*.

Al Sr. D. Luis de la Escosura (4) se debe el análisis siguiente de las láguenas de Cartagena, descritas asimismo por M. Massart (5) y que, según el Sr. de Botella, son idénticas á las láunas de Las Alpujarras:

Sílice	39,88
Alúmina	15,22
Óxido de hierro	25,53
Cal	3,61
Agua	15,47
	99,71

Este análisis corresponde próximamente al de la composición de

(1) *Reseña de la región SO. de la provincia de Almería.* (Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo IX, 1882, pág. 264.)

(2) *Abhandl. der köning. Societät der Wissenschaften zu Göttingen*, Bd. I, 1838, pág. 273.

(3) *Neues Jahrbuch für Miner., Geol. und Pal.*, 1841, pág. 353.

(4) Cita del Sr. de Botella. (Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo IX, 1882, pág. 264.)

(5) *Gisements métallifères de Carthagène.* (*Annal. Soc. géol. de Belgique*, tomo II, 1874, pág. 62.)

las pizarras con sericita; pero no sabemos si puede referirse á la de todas las láunas de Las Alpujarras, caracterizadas por su aspecto satinado y su polvo muy suave al tacto. Sin embargo, dos ensayos que, por el procedimiento Behrens, hemos practicado en la materia micácea de esa substancia, uno en ejemplar recogido en Motril, y el otro en muestra tomada en Murtas, nos han demostrado en aquélla la presencia de la alúmina, lo cual induce á referir á la sericita, mejor que al talco, las escamillas blancas á que nos contraemos. Pero, á pesar de esto, debemos recordar que D. Luis Natalio Monreal [1] menciona que en las láunas de Almería se explota industrialmente la esteatita, y que también von Drasche [2] señala hojuelas de ese mineral en las láguenas de las cercanías de Carataunas, designando á esas rocas con el nombre de *talcitas*.

Las pizarras satinadas del tramo de Motril se subdividen con facilidad en láminas delgadas de superficies planas y lustrosas, no siendo raro que alternen con lechos delgados de cuarzo concrecionado.

Observadas al microscopio, estas rocas aparecen formadas esencialmente por cuarzo y sericita. Los granillos de cuarzo son muy pequeños y de contornos vagos en las secciones paralelas á los planos pizarreños; pero en los transversales se ve que son elipsoides regulares, muy delgados, alargados, gneísicos, sin ningún indicio de que procedan de fractura *(de clasticité)*, y están envueltos en un tejido muy abundante de laminillas de sericita que hace de cimento. Además de esos dos elementos esenciales, se reconoce en estas pizarras clorita en pedacitos verdes dicróicos, pasando del verde pálido al verde parduzco, porcioncitas irregulares y granosas de grafito (grafitoide), pirita y sus productos de descomposición, y á veces mica negra (Murtas); mostrándose asimismo, bajo grandes aumentos, microlitos de turmalina de 4 á 6 centésimas de milímetro, y varillas de rutilo de 1 á 2 centésimas de milímetro.

Esas últimas abundan mucho: son largas, muy delgadas, en su mayor parte rectas, sencillas ó, en ocasiones, con la apariencia ondulada señalada por M. Zirkel. También es frecuente que presenten maclas corvas sencillas, dobles ó reunidas, formando á modo de tolvas. Estos microlitos, mucho más delgados que los que describiremos en las anfibolitas, pero mucho más numerosos, están echados

(1) Boletín de la Comisión del Mapa geológico, tomo V, pág. 340.
(2) *Jahrb. der K. K. geol. Reichsanstalt*, Bd. XXIX, 1879, pág. 104.

de plano sobre las láminas pizarreñas, de modo que no se ven en las secciones transversales, sino en las paralelas á esas mismas hojas, en las cuales aparecen en todas las orientaciones imaginables. Su forma, su birrefracción considerable (0,28) y las maclas que presentan, no dejan duda acerca de su identidad con los *Nädelchen* de las pizarras de Alemania referidos al rutilo por MM. van Werveke, Cathrein y Sauer.

Finalmente, las preparaciones de Murtas muestran también trocitos de un feldespato, como los que en ciertas pizarras de Sajonia se han atribuído á la albita por MM. Siegert (1) y Dalmer (2).

Pizarras con cloritoide.—Las pizarras con cloritoide de Las Alpujaras (Lám. *J*, fig. 1) se deshacen en hojas planas y lustrosas, y presentan el aspecto de las cloricitas. Algunos lechos forman en la sierra Nevada (collado de La Rágua) tránsito á la micacita, en virtud de la abundancia en ellos de grandes láminas de mica blanca y de montoncitos de mica negra.

El estudio atento de estas pizarras muestra que están formadas esencialmente por granos irregulares de cuarzo reunidos por mica blanca, ya en laminillas entrelazadas, ya en membranas más ó menos extensas, gruesas y onduladas. Es también elemento esencial en ellas el mineral verde que referimos al cloritoide, y contienen además rutilo, circón, esfena, turmalina, carbón, hierro oligisto, hierro oxidulado, biotita y clorita, y á veces (Vélez de Benandalla, La Mamola, Albuñol) lechitos muy delgados de calcita; pero, como la mayor parte de todos esos minerales ofrecen los mismos caracteres que los que presentan en las otras pizarras ya descritas, nos limitaremos aquí á la descripción del cloritoide, que constituye el elemento característico de la roca entre Motril y Adra.

El cloritoide de las pizarras del tramo de Motril (51) aparece generalmente en cristales tabulares de magnitud muy variable y de color azul verdoso obscuro, brillantes y con cruceros paralelos á la base. Por lo común se hallan esparcidos irregularmente en la pizarra, á la manera de las chiastolitas en las maclíferas, ó de las otrelitas en las de Las Ardenas. El término medio del tamaño de esas ta-

(1) *Erläut. zu Sect. Burkhardtsdorf der geol. Karte des Königr. Sachsen*, pág. 13.

(2) *Erläut. zu Sect. Lössnitz der geol. Karte des Königr. Sachsen*, pág. 7.

blitas varía entre 1 y 2 milímetros, y las que se hallan en una cualquiera de las hojas de la pizarra son sensiblemente del mismo diámetro. Su forma es difícil de reconocer con exactitud: generalmente son redondeadas y arrugadas, sin que nos hayan presentado nunca un contorno poligonal regular. La figura rómbica de algunas de ellas, casi paralelas á la base, parece originada por los cruceros *m*, *t* del prisma. Sin embargo, se dividen con mucha mayor facilidad según su base *p*, produciéndose de ese modo laminillas más ó menos finas parecidas á las de las micas, pero siempre más groseras, duras y quebradizas, y no elásticas y flexibles como esas otras. Son translúcidas, y presentan un brillo anacarado débil, según el crucero paralelo á *p*, y resinoso en el sentido de los otros, los cuales trazan con el principal, en el plano de éste, un ángulo muy poco oblicuo. Medido ese ángulo, al microscopio sobre láminas talladas según la base, y sobre otras según el crucero *p*, nos ha resultado de 120° próximamente.

El crucero según *p*, más difícil que en las micas, es, sin embargo, más fácil que en la otrelita de Las Ardenas; bien es verdad que esa facilidad resulta exagerarse por la coincidencia del crucero con una macla muy común en la especie. Según M. Lacroix [1], los cristalillos tabulares que nos ocupan están formados de laminillas hemitrópicas unidas según las caras *m*, *t*, y apiladas paralelamente al crucero principal; pero, en cuanto puede juzgarse, con penetración y rotación de 120° alrededor de un eje perpendicular á *p*. Esa macla es, pues, análoga á la de las micas.

Las secciones delgadas talladas paralelamente á la base *p*, ó las láminas obtenidas por el crucero bastante fácil en esa dirección, se extinguen según las diagonales de los cruceros prismáticos más difíciles. La bisectriz positiva es un poco oblicua sobre *p*; la dispersión considerable, $\rho > v$ con dispersión horizontal; el plano de los ejes ópticos es simplemente paralelo al bisector del ángulo obtuso de los cruceros difíciles.

Las secciones talladas según *p*, siempre forman macla; en ocasiones presentan extinciones simétricas á 30° á uno y otro lado de la línea de macla *m*; pero con más frecuencia ofrecen extinciones más confusas que pasan de un extremo á otro del ejemplar, acusando penetraciones irregulares.

(1) *Sur le chloritoïde.* (*Bull. Soc. de minéralogie*, tomo IX, 1886, pág. 42.)

En las preparaciones para el microscopio, la mayor parte de las secciones de las tablitas de cloritoide resultan oblicuas á p, mostrando la figura de paralelogramos muy largos con un color que pasa del amarillo verdoso al verde azulado. Los lados largos de esos paralelogramos son rectos; pero los otros son unas líneas quebradas, recortadas, dentelladas según los cruceros. En las láminas talladas perpendicularmente al crucero fácil, las secciones en zonas según pg^1 y hg^1 muestran, además de las trazas paralelas de los cruceros, fajas largas diversamente coloradas, que les son paralelas; pero estas fajas hemitrópicas están mucho menos apretadas que las trazas dichas, y generalmente sólo aparecen cuatro ó cinco en cada individuo cristalino. Comunmente forman maclas, de tal modo que á una cara que da los colores amarillo y verde, se asocia otra con los amarillo y azul.

Uno de los caracteres más notables de nuestro cloritoide consiste en su pleocroísmo, que es de los más intensos. Los colores son los mismos que los que uno de nosotros (1) ha indicado para el cloritoide de la isla de Groix, á saber: amarillo verdoso pálido según n_g, azul índigo según n_m, y verde de oliva según n_p.

Está dotado de doble refracción bastante débil, y á la luz natural presenta el aspecto rugoso de los minerales duros.

Todos estos caracteres demuestran la identidad del mineral de que tratamos con el cloritoide de la isla de Groix, al cual ha reunido recientemente M. Lacroix (2) la masonita, la sismondina, la otrelita, la venasquita y la filita, resultando de ese modo una especie muy esparcida. Según M. des Cloizeaux (3), de conformidad con MM. Renard y de la Vallée-Poussin (4), esa misma especie pertenece al sistema triclínico con una forma límite vecina á un prisma monoclínico de 60°.

Las tablitas de cloritoide de nuestras preparaciones muestran diferencias muy considerables respecto á la cantidad de inclusiones que contienen: algunas están completamente desprovistas de ellas; otras casi del todo llenas; el cloritoide de las pizarras cristalinas de la sierra Nevada es siempre mucho más rico en esas inclusiones que

(1) Ch. Barrois, *Sur les schistes métamorphiques de l'île de Groix*. (*Ann Soc. géol. du Nord:* Lille, tomo XI, 1883, pág. 18.)

(2) *Sur le chloritoïde*. (*Bull. Soc. de minéralogie*, tomo IX, 1886, pág, 42.)

(3) *Sur la sismondine*. (*Bull. Soc. de minéralogie*, tomo VII, 1885, pág. 80.)

(4) *Sur l'ottrélite*. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, tomo IV, pág. 51.)

el de las pizarras del tramo de Motril. El rutilo, el hierro oxidulado y el grafito son los elementos que se han reconocido incluídos en el cloritoide; el cuarzo no se ha observado en ese estado. El rutilo se presenta de dos modos: ó en agujitas delicadísimas, sólo visibles como pequeñísimos trazos, aun bajo los aumentos más considerables (*Thonschiefernädelchen*), ó en microlitos más gruesos, de 2 á 4 centésimas de milímetro de diámetro, que recuerdan los de las anfibolitas.

El cloritoide ha resistido bien á las acciones de alteración, pues sus secciones aparecen comunmente bien conservadas hasta sus bordes. En ocasiones ofrece infiltraciones ó formación de limonita según los cruceros, y muchas veces aparece transformada epigénicamente en clorita ó en mica negra. Esta, bien desarrollada en montoncitos irregulares, diseminados sin orden en todos sentidos, aparece de color parduzco y con contornos irregulares en las secciones paralelas á la base, y muestra dos ejes ópticos tan próximos, que la cruz negra apenas se disloca cuando se hace girar la preparación bajo los nícoles. Las secciones normales á la base señalan que cada cristal está formado de numerosas laminillas pardo-negruzcas apiladas, muy dicróicas, cuya máxima absorción se verifica cuando su longitud es paralela á la sección principal del polarizador. Esos rimeros de mica negra contienen las mismas inclusiones que el cloritoide (grafito, hierro oxidulado, rutilo) y son más recientes que éste, porque en los puntos de las pizarras en que abundan se les ve rodeando á los trozos disimétricos, irregulares y rotos de cloritoide, á los cuales cubren en epigénesis.

El cloritoide se presenta en las pizarras del tramo de Motril en dos estados diferentes: en láminas relativamente grandes, y en escamitas pequeñas.

Las láminas grandes, que son las que han motivado la descripción precedente, se hallan esparcidas en bancos que alternan en concordancia con otros de pizarras satinadas, pizarras grafitosas, pizarras cloritosas y filadios.

Las escamitas eluden la observación inmediata cuando se hallan aisladas, porque como no tienen, por término medio, más que una á dos centésimas de milímetro de diámetro, resultan casi invisibles á la simple vista. Reunidas en rosetas pequeñas de elementos radiales, constituyen la parte dominante y esencial de las pizarras divergentes, pizarras cloritosas y filadios acabados de mencionar. Cada fibra de

esas rosetas es un cristal tabular muy largo, casi incoloro á la luz natural, aunque algo verdoso, y cuyas secciones transversales, correspondientes á los cruceros prismáticos del cloritoide, recuerdan las de los cristales de epidota. En láminas delgadas, su dicroísmo, parece nulo, ó por lo menos permanece siempre dentro del tono verde claro; son incoloras cuando su largor coincide con la sección principal del nicol, y en ángulo recto con ese plano toman un color amarillento verdoso claro. El mineral es, pues, negativo según su longitud; su birrefracción muy débil, y bajo los nicoles cruzados las extinciones son ligeramente oblicuas. Por lo demás, esas fibras ó agujas no se extinguen de un golpe, sino que se reconoce que están formadas por una reunión de muchas maclas, cuyo plano, dispuesto en el sentido de la longitud del mineral, paralelamente á la cara tabular de la base, coincide con el crucero fácil ó básico.

Las dimensiones pequeñísimas de este mineral, sus maclas y su yacimiento en la pasta sericítica de las pizarras, hacen que no se puedan apreciar bien sus caracteres ópticos; pero, á pesar de todo, las circunstancias indicadas, y principalmente la manera de reunirse en él las maclas triclínicas, de igual modo á como se verifica en el cloritoide, permiten referirlo á esta especie, sin que su dicroísmo débil, casi nulo, baste para diferenciarlo de la variedad en láminas grandes, porque el de éstas se aprecia bajo un espesor mucho mayor.

Las rosetas de cloritoide de que tratamos son idénticas á las que uno de nosotros [1] ha descrito, sin determinarlas, en las pizarras devonianas de Bretaña, y se las debe referir también á los grupitos cristalinos figurados, como de turmalinas no dicróicas, y descritos por M. Gotz [2] en las pizarras otrelíticas de Transvaal.

En vista de lo que precede, las diversas pizarras con cloritoide de la región de nuestro estudio pueden clasificarse como sigue:

1.° Pizarras con cloritoide en láminas relativamente grandes (tramo de Motril).

2.° Pizarras verdes, lustrosas, con cloritoide en rosetas microscópicas (tramo de Motril).

3.° Micacitas con cloritoide en láminas llenas de inclusiones, y ricas en biotita antigua en montoncitos de consideración (tramo de las pizarras cristalinas).

(1) Ch. Barrois, *Sur le granite de Rostrenen.* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, tomo XII, 1885, pág. 48.)

(2) *Neues Jahrbuch für Miner.*, IV, Beil. Bd., pág. 146, lám. V, fig. 5, 1886.

4.° Pizarras micáceas con cloritoide y con biotita secundaria (tramo de Motril).

El cloritoide, pues, se halla muy esparcido en diversos estados y diferentes hiladas en el sur de Andalucía, y asimismo, según el trabajo fundamental de MM. Tschermak y Sipöcz (1) acerca de esta especie, se ha reconocido en muchas regiones y terrenos: Fiedler (2), y G. Rose (3) la señalaron en El Ural, y M. Sterry Hunt (4) en Canadá; M. von der Marck (5) la reconoció en El Taunus, MM. Renard y de la Vallée-Poussin (6) y M. van Werveke (7) en Las Ardenas, M. von Foullon (8) en el carbonífero de los Alpes, MM. Liebener y Vorhauser (9) en Tirol, M. Schröder (10) en Sajonia, M. Götz (11) en el sur del África, y uno de nosotros (12) en los terrenos primitivo, siluriano y devoniano de Bretaña.

El cloritoide se ofrece diseminado en capas sedimentarias de edades muy diversas, primitivas ó paleozóicas, generalmente dislocadas; pero su presencia no se relaciona con fenómenos locales de contacto, sino que, por el contrario, se extiende sobre grandes superficies horizontales en los estratos en que aparece. La mica negra que á veces le acompaña, ya en el tramo de las pizarras cristalíferas (puerto de La Rágua), ya en el de las pizarras de Motril (Albuñol, La Mamola), se presenta siempre muy localizada y en la misma disposición que en las pizarras metamorfoseadas.

(1) *Die Clintonit Gruppe.* (*Sitz der K. Akad. des Wiss.:* Wien., Bd. LXXVIII, 1878, pág. 23.)

(2) *Lagerstätten des Diaspor, Chloristpath, Pyrophyllit und Monazit, aufgefunden im Ural.* (*Poggend. Annal.*, Bd. I, 1887, pág. 249.)

(3) *Reise nach Ural:* Berlin, Bd. I, 1837, pág. 322.

(4) *Note on chloritoid from Canada.* (*Amer. Journ. of Science*, 2nd sór., volumen XXXI, 1861, pág. 442.)

(5) *Chem. Untersuch. westf. und rheinisch. Gebirsart. und Mineralien.* (*Verhandl. des natur. Ver. der preuss. Rheinl. und Westf.*, Bd. XXXV, 1878, página 257.)

(6) *Sur l'ottrélite.* (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, tomo IV, pág. 51.)

(7) *Ueber Ottrelithgesteine.* (*Neues Jahrb. für Miner.*, I, 1885, pág. 231.)

(8) *Ueber die petrogr. Beschaff. der Kryst. Schiefer der untercarbonischen Schichten.* (*Jahrb. der K. K. Reichsanstalt*, Bd. XXXIII, 1883, pág. 207.)

(9) *Nachtrag zu den Mineralien Tyrols*, 1866, pág. 13.

(10) *Erläut. zu Sect. Zwota der geol. Karte des Königr. Sachsen*, pág. 3.

(11) *Gest. des nördlichen Transvaal.* (*Neues Jahrbuch für Mineral., Geol. und Palæon.*, IV Beil. Bd., 1885, pág. 116.)

(12) Ch. Barrois, *Annal. Soc. géol. du Nord:* Lille, 1883-1885.

III.—CUARCITAS.

Las cuarcitas son bastante abundantes, interestratificadas en las pizarras de la formación cambriana, sobre todo en la parte superior de ésta ó tramo de Albuñol, donde sus capas ó lechos son siempre de poco espesor, y en la inferior, en que se asocian á rocas anfibólicas.

Las de la parte superior (Motril, Lentegi, Gualchos, Albuñol) forman á modo de un mosáico de granos de cuarzo cimentados por pajuelas de clorita y de sericita poco abundantes, y sin las alineaciones que estas substancias presentan en las pizarras que alternan con las mismas cuarcitas, pero con frecuencia contienen además manchitas de calcita en forma de lentejas, así como rutilo, turmalina, circón, carbón, hierro magnético y mica negra. En el camino de Granada á Diezma se halla bastante variedad de cuarcitas con mica negra, mica blanca y ortosa.

Las cuarcitas de la parte inferior del cambriano forman bancos de algunos metros de espesor, alternando en concordancia con pizarras micáceas, pizarras actinolíticas, córneas verdes y dolomías (Izbor, Agrón), y son tan ricas en epidota, que se les podría aplicar el nombre de epidotitas, creado por Cordier para las rocas iguales á éstas, compactas y estratiformes, subordinadas á las talcitas cloritosas de Piamonte.

El cuarzo de estas cuarcitas se presenta en granos irregulares, prolongados, elipsoides, con inclusiones líquidas de burbuja móvil á la temperatura ordinaria (Agrón). En otras preparaciones de la misma localidad hemos observado inclusiones líquidas con burbujita inmóvil y las tolvitas características del cloruro sódico.

Después del cuarzo, el elemento más abundante es la epidota (1) en prismitas de $^1/_2$ á 3 milímetros, gris amarillentas ó de verde manzana, dispuestas paralelamente de tal modo que contribuyen á dar á la roca la estructura hojosa. Al microscopio aparece que esos prismas tienen una forma alargada según *ph*^{1}, y que sus caras se hallan

(1) La epidota (talita) se señaló por Haussmann en 1838 en las micacitas de Almuñécar, asociada de hierro oligisto. (*Abh. der K. Soc. der Wiss. zu Göttingen*, Bd. I, pág. 282.)

perfectamente limitadas; no así sus extremos, que se ofrecen quebrados ó irregularmente redondeados. Las secciones transparentes muestran la rugosidad y el relieve característicos de los minerales duros y birrefringentes.

La mayor parte de los cristales de nuestras preparaciones *(ph[1])* se extinguen paralelamente á su largor, y bajo los nícoles dan colores de polarización muy vivos y limpios en las tintas amarilla y anaranjada. Esas secciones en el sentido de la longitud presentan en ocasiones unas estrías finas y paralelas, que son las trazas del crucero fácil según *p;* pero también se muestra otro crucero, según el cual se verifica asimismo la extinción. Lo más general es que este último crucero sea paralelo á g^1 y que se halle representado por grietas fuertes y regulares que atraviesan transversalmente al cristal de parte á parte, cuya circunstancia llama tan poderosamente la atención del observador, que hace que inmediatamente distinga esta especie de todas las demás de la muestra. Las secciones, según el largo de los prismas, presentan á veces á la luz polarizada dos ó tres láminas hemitrópicas colocadas diferentemente, las cuales son maclas alrededor de un eje normal á h^1. Las secciones según g^1 se extinguen á 26° con relación á *p*.

En luz convergente se observa que el mineral es de dos ejes y que el plano de los ópticos es normal al alargamiento, permitiendo reconocer la lámina de mica de $^1/_4$ de onda que el alargamiento es, de conformidad con la teoría, ya positivo, ya negativo. El mismo mineral es muy poco policróico, mostrando color blanco según n_p, blanco apenas amarillento según n_m, y amarillo pálido según n_g.

Esta epidota contiene pocas inclusiones, y éstas son pequeñas, sólidas, prismáticas. Á ellas se unen granillos carbonosos, por lo general reunidos en el centro del cristal.

Las secciones normales á las hojas de la roca muestran que los prismas de epidota se asocian en láminas paralelas que alternan con otras, generalmente más gruesas, formadas por granos de cuarzo de contornos irregulares, alargados, gueisicos. Además de estos dos minerales esenciales, estas cuarcitas epidotíferas contienen turmalina, rutilo, esfena y, accidentalmente, calcita, actinota y clorita, oligoclasa, circón, micas blanca y negra y hierro oxidulado.

La calcita, abundante en algunos casos, forma lechos que alternan con los de cuarzo y epidota; la actinota, repartida con gran irregularidad, ya falta del todo, ya está representada en unos cuan-

tos montoncitos de agujas que por epigénesis pasan á clorita, ya, por fin, es tan abundante como la misma epidota, con quien se asocia, y entonces la roca pasa á una cuarcita anfibólica. Los granos de feldespato son siempre raros y excepcionales en las cuarcitas de Andalucia (Izbor).

La actinota y la epidota son, sin duda, de formación contemporánea, porque se hallan en lechos continuos no interrumpidos ni dislocados por los de cuarzo. Las cuarcitas anfibólicas alternan á veces, en lechos de menos de un centímetro de espesor, con las epidotíferas y las micáceas. Ciertas preparaciones, normales á la estratificación, de ejemplares tomados en Agrón y Torrox, nos han mostrado al microscopio la superposición de lechos de esas tres especies dentro del espacio de la muestra, y aun suele suceder que el hierro oxidulado y la esfena se aislen en hojas especiales; pero lo general es que las cuarcitas ricas en epidota, actinota y mica constituyan capas alternantes diferentes con algunos metros de espesor.

IV.—ANFIBOLITAS.

Las anfibolitas forman capas de espesor muy variable, interestratificadas en las de los terrenos primitivo y cambriano.

Pizarras actinolíticas.—Las pizarras actinolíticas, que en el cambriano alternan con cuarcitas epidotíferas, se muestran al microscopio formadas de hierro oxidulado, circón, esfena, rutilo, turmalina, anfibol, epidota, plagioclasa y cuarzo. Á la vista desnuda, son cristalinas, verdosas, coherentes, con frecuencia hojosas, y pasan á verdaderas cloricitas. En ellas se distingue un mineral fibroso parecido al anfibol, granillos de cuarzo de lustre graso y laminillas de un feldespato estriado, blanco verdoso.

Al microscopio, su estructura es hojoso-granulosa, sin pasta amorfa. El anfibol, que constituye el elemento esencial, pertenece á la variedad fibrosa y comunmente se halla dispuesto en sartas paralelas á los planos pizarreños. Sus prismas, nunca bien terminados, como es el caso ordinario en las dioritas, sino mostrando numerosas láminas paralelas correspondientes al crucero *m*, se reconocen principalmente por sus extinciones, qne alcanzan 15° según las secciones g^1. Obsérvase también que los cristales están compuestos de agujas

finas con dimensiones muy variables, y que la desigualdad en la longitud de éstas da á las secciones un aspecto franjado. Esas agujas anfibólicas no son siempre rectas, sino que en ocasiones forman grupos en los que afectan diferentes inclinaciones, y, asimismo, unas veces se reunen en montoncitos, y otras se dispersan en series paralelas en medio de un producto verdoso de descomposición. Esos penachos de substancia radial, verde, dicróica, deben referirse á la clorita. Finalmente, á veces se observa alrededor de los cristales de anfibol hojuelas de mica negra diversamente orientadas.

Los cristales verdes de anfibol son policróicos y muestran color verde esmeralda según n_g, verde amarillento según n_m, y amarillo verdoso pálido según n_p.

Los caracteres indicados permiten referir esta especie á la actinota. Va asociada con cristales de epidota alargados según ph^1 y con cruceros transversales muy marcados, análogos á los que presentan en las cuarcitas epidotíferas.

Los feldespatos de estas anfibolitas son de distintas especies: un ejemplar tomado cerca de Güéjar nos ha mostrado ortosa y cuarzo; en los recogidos en Agrón hemos reconocido el labrador con el ángulo máximo de extinción de dos láminas en hemitropia, según la ley de la albita, en la zona simétrica de la macla y perpendicular á g^1; y otra muestra, procedente del sur de Lanjarón, nos ha ofrecido la anortita poco maclada. Este mismo ejemplar contiene calcita y cuarzo en granos.

Anfibolitas de anfibol sodífero.—Las anfibolitas de anfibol sodífero (Lám. *K*, fig. 1) merecen mención especial, porque su composición mineralógica es muy diferente de la de las pizarras con actinota y plagioclasa, consideradas más arriba, que son las más frecuentes. Las de que ahora hablamos sólo las hemos visto en su yacimiento en el valle de Lanjarón y en cantos rodados en los de Talará y de Orgiva.

Están formadas esencialmente por anfibol sodífero y epidota, con rutilo, esfena, hierro oxidulado, mica blanca, cuarzo y clorita, á los cuales elementos se asocian, en cantidad muy pequeña y variable, feldespato, actinota verde y granate, que hacen que la roca pase á eclogita.

Los minerales constituyentes de estas anfibolitas presentan muchas particularidades dignas de fijar la atención. Todos son alarga-

dos y se hallan alineados según una sola dirección, determinando la estructura pizarreña de la roca.

La epidota, muy abundante, ofrece los mismos caracteres que en las cuarcitas epidotíferas precedentemente estudiadas.

El anfibol sodífero, que es el elemento esencial de estas pizarras, se halla en varillas prismáticas delgadas, de algunos milímetros de longitud, rectas ó encorvadas, exágonas á causa de la combinación de las caras m y g^1 y con un crucero fácil, según las caras del prisma de 124°. En la roca parecen de un color azul obscuro negruzco.

Al microscopio presentan estos cristales caracteres parecidos á los de glaucófano de la isla de Groix, descritos por uno de nosotros [1]. Se observa en ellos que en luz convergente el plano de los ejes ópticos se halla en g^1, según ya lo habían reconocido MM. Bodëwig [2], von Lasaulx [3] y Oebbeke [4] en el glaucófano ordinario; la bisectriz aguda es negativa, como en todos los anfiboles; la obtusa se halla en el ángulo agudo de ph^1 y forma uno de 20° con la arista h^1g^1. El de los ejes ópticos es pequeño ($2V = 60°$ á la sumo). Dichos cristales, muy policróicos, muestran color amarillo pálido verdoso según n_p, verde azulado según n_m y azul de cielo según n_g. Estos colores son un poco diferentes de los amarillo pálido según n_p, violáceo azulado según n_m y azul según n_g, que ha indicado M. Strüver [5].

Dicho anfibol presenta coloraciones medias de polarización cromática: $n_g - n_p = 0{,}021$, según una medida de M. Michel Lévy por los procedimientos que ha descrito hace poco [6].

Hemos conseguido separarlo de la roca, reducida á polvo, empleando los lavados metódicos al borotungstato de cadmio, lo cual

(1) Ch. Barrois, *Sur les schistes métamorphiques de l'île de Groix.* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, tomo XI, 1883, pág. 45.)

(2) *Ueber den Glaucophan von Zermatt.* (*Poggend. Annal.*, CLVIII, 1876, pág. 224.)

(3) *Ueber glaucophangesteine von der Insel Groix.* (*Ann. Soc. géol. du Nord*, tomo XI, 1884, pág. 144.)

(4) *Ueber den Glaucophan und seine Verbreitung in Gesteinen.* (*Zeits. der deutschen geol. Gesell.*, 1886, pág. 634.)

(5) *Atti R. Accad. Lincei*, ser. 2.ª, tomo II, 1875, y *Ueber Gastaldit und Glaukophan.* (*Neues Jahrbuch für Mineralogie*, Bd. I, 1887, pág. 313.)

(6) *Mesure du pouvoir réfringent des minéraux en plaque mince.* (*Bull. Soc. de minéralogie*, 1883, pág. 143.)

nos ha permitido verificar un ensayo cuantitativo, cuyo resultado damos en la primera columna del cuadro siguiente:

Composición de diversos anfiboles.

	I. Lanjarón.	II. Groix (von Lasaulx) (1).	III. Syra (Schnedermann) (2).	IV. Syra (Luedecke) (3).	V. Zermatt (Bodewig) (4).	VI. Zermatt (Berwerth) (5).	VII. Nueva Caledonia (Liversidge) (6).	VIII. Aosta (Cossa) (7).
SiO^2..........	47,12	57,13	56,49	55,64	57,81	58,76	52,79	58,55
Al^2O^3..........	8,42	12,68	12,23	15,11	12,03	12,99	14,44	21,40
FeO, Fe^2O^3....	9,68	8,01	10,91	9,93	7,95	5,84	9,82	9,04
MgO..........	15,28	11,12	7,97	7,80	13,07	14,01	11,02	3,92
CaO..........	12,95	3,34	2,25	2,40	2,20	2,40	4,29	2,03
NaO..........	2,97	7,39	9,28	9,34	7,33	6,45	5,26	4,77
MnO..........	»	»	0,50	0,56	»	»	indicios	»
KO..........	»	indicios	indicios	»	»	»	0,88	»
HO..........	»	»	»	»	»	2,54	1,38	»
Pérdida al rojo.	4,16	»	»	»	»	»	»	»
	100,88	99,67	99,63	100,78	100,39	102,69	99,88	99,71

Resulta, pues, que el anfibol sodífero de la sierra Nevada se distingue de los tipos de glaucófano de Syra y de Groix por su coloración verde azulada en lugar de violáceo-azulada según n_m, por el mayor ángulo (20° en lugar de 4°) que forma la bisectriz obtusa con la arista h^1g^1, y por su menor contenido de sosa (3 en lugar de 7 por 100 en término medio).

Por otra parte, el mismo anfibol difiere de la actinota por conte-

(1) *Sitzungsber. der Niederrhein. Gesell. für Natur. und Heilkunde:* Bonn, 1883, pág. 263.

(2) *Beiträge zur Oryktographie von Syra.* (*Göttingische gelehrte Anzeigen*, 20, Stück, 3. Februar 1845, pág. 197.)

(3) *Zeitschr. der deutschen geol. Gesell.*, XXVIII, 1876, pág. 248.

(4) *Ueber den Glaukophan von Zermatt.* (*Poggend. Annal.*, CLVIII, página 224, 1876.)

(5) *Ueber die chemische Zusammensetzung der Amphibole.* (*Sitzungsber. der Wiener Akademie*, 1885, págs. 153-187.)

(6) *Notes upon some Minerals from New Caledonia.* (*Royal Soc. of N. S. Wales*, 1880.)

(7) *Atti della Reale Academia dei Lincei*, ser. 2.ª, tomo II, 1875.

ner sosa en su composición y por las coloraciones de policroísmo; de modo que unas y otras circunstancias nos inducen á considerarlo como una variedad intermedia entre la actinota y el glaucófano.

Se halla dispuesto en la roca en elegantes hacecillos que recuerdan los de actinota, con la cual substancia se asocia con frecuencia en manojos, sartas paralelas, ó red estratiforme que debió constituir un tejido continuo, roto después, como los mismos cristales, por las presiones sufridas por la roca, y soldado más tarde por el intermedio de minerales secundarios.

El anfibol sodífero de Lanjarón contiene muchas inclusiones, de las cuales son las mejor caracterizadas unos microlitos amarillento-parduzcos, muy birrefringentes, prismáticos y terminados por caras piramidales. Presentan las maclas cordiformes con ángulo de 54° y las encorvadas con el de 114°, á veces reunidas en estrellitas, que bastan para hacer reconocer el rutilo. Por lo demás, estos microlitos se hallan profusamente esparcidos en todas las rocas con glaucófano hasta ahora conocidas. M. Cossa (1) los ha separado de una de los Alpes y ha reconocido en ellos la composición química de aquella especie.

El glaucófano á su vez parece también mucho más frecuente de lo que se había creído: M. Luedecke (2) describía en 1876 como una rareza las rocas del yacimiento de Syra descubierto por MM. Haussmann y Virlet d'Aoust (3); poco después, según las publicaciones de M. Becke (4), se hallaron otras análogas en la Eubea y otras islas del Archipiélago; M. Zeiller nos ha indicado una Memoria de M. Heurteau (5) en la que se señala la existencia de pizarras con glaucófano en la Nueva Caledonia, cuyo yacimiento se volvió á visitar por M. Liversidge (6); pero donde sobre todo se han reconocido en numerosos parajes, desde que M. Strüver las mencionó en 1876 en los valles de Aosta y de Locano, es en los Alpes, al sur de los cuales es de esperar, según M. Williams (7), se hallen dispuestas sin interrup-

(1) *Rutil im Gastaldit-Eklogit von Val Tournanche.* (*Neues Jahrbuch für Miner*, 1880, tomo I, pág. 162.)

(2) *Zeitschrift der deuts. geologischen Gessellschaft*, Bd. XXVIII, 1876, página 248.

(3) Virlet d'Aoust, *Expédit. scientif. en Morée*, tomo II, págs. 66 y 67.

(4) *Tschermak's Mittheilungen*, 1879, pág. 71.

(5) *Annal. des mines*, 1876, pág. 254.

(6) *Royal Society of New South Wales*, 1880, 1.° sept.

(7) *Glaucophangesteine aus Nord-Italien.* (*Neues Jahrb. für Miner.*, Bd. II, 1882, págs. 201 y 203.)

ción; y, efectivamente, se han descrito las de numerosos parajes por MM. Strüver, Bodewig, Williams, Cossa, Bonney [1], Stelzner [2], Sandberger [3], Michel Lévy [4] y Becke [5]. Aparte de todo esto, hace poco que M. Oebbeke [6] ha escrito de la manera más cumplida la historia de esta especie.

En Francia las pizarras con glaucófano se hallan magníficamente representadas en las costas escarpadas de la isla de Groix y también en las de Córcega, según los trabajos de M. L. Busatti [7]. Puédense también investigar en las montañas del Var, donde las rocas con distena y granate, señaladas por M. Falsan [8] en la punta de Callerousse (isla de Levante), recuerdan la descripción de las de Syra por M. Virlet d'Aoust. También en Fenouillet (Var) se hallan rocas con cloritoide análogas á la de la isla de Groix.

El rutilo, ya mencionado formando inclusiones en el anfíbol sodífero, abunda además en la roca en cristalitos que presentan las formas m, h^1, b^1, macladas según b^1 á 114°, y con color amarillo parduzco según n_g y amarillo puro según n_p; pero son todavía más frecuentes los granos irregulares, apezonados, parduzcos y relativamente de gran tamaño, pues alcanzan, por lo común, muchos milímetros, y algunos se hallan de cerca de un centímetro. Presentan las maclas microscópicas y los demás caracteres señalados por M. Lasaulx [9] en los rutilos grandes del Morbihan.

El hierro titanado, quizá procedente del rutilo, á quien acompaña, se halla asimismo en alguna abundancia. El hierro oxidado se ofrece en octaedros, en pajuelas y en granillos irregulares

(1) *On some Ligurian and Toscan serpentines* (*Geological Magazine*, Aug. 1879), y *On a glaucophane Eklogite from the Val d'Aoste.* (*Mineralogical Magazine*, July 1866, tomo VII, núm. 32.)

(2) *Glaucophane des environs de Berne.* (*Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1883.)

(3) *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1867.

(4) *Bloc erratique à glaucophane du Valais.* (*Ann. Soc. géol. du Nord.*, tomo XI, 1883, pág. 50.)

(5) *Lehrbuch der Miner. von Tschermak:* Wien, 1884, pág. 445.

(6) *Ueber das Vorkommen des Glaukophan.* (*Zeitschr. für Krystallographie*, tomo XIII, 1886, pág. 282.)

(7) *Schisti a glaucophane della Corsica.* (*Processi verballi della Soc. Toscana di Scienze naturali*, 28 Giugno 1885.)

(8) *Carte géol. des environs de Hyères:* Lyon, lith. G. Marmorat, 1863.

(9) *Ueber Mikrostructur, optisches Verhalten und Umwandlung des Rutil in Titaneisen.* (*Zeitschr. für Krystallographie*, tomo VIII, I, 1883, pág. 54.)

de contornos más ó menos redondeados; al microscopio es opaco, pero ofrece un reflejo metálico, azulado negruzco, característico. De su transformación parecen derivarse algunas laminillas rojas y transparentes de oligisto.

La mica blanca se presenta en tablitas, plegadas, de brillo anacarado intenso y un color que pasa del blanco puro al verde de agua, las cuales, dispuestas en escamitas unas al lado de otras, forman lechos paralelos que contribuyen á dar á la roca la estructura pizarreña; y como además ésta se parte de preferencia según los planos en que predomina la mica, es frecuente que este elemento oculte á los demás, apareciendo más abundante que lo que lo es en realidad.

Al microscopio se ve principalmente en laminillas largas, sin contornos regulares, pero con estrías finas de crucero y bien transparentes á la luz natural. Esas laminillas rectangulares, que resultan de una talla normal á la base, muestran que las que forman una manchita dada ya están dispuestas paralelamente, ya, por el contrario, se separan ó se aproximan en determinados puntos. Á veces forman maclas con otras pajuelas verdes ó, más frecuentemente, con unas rojas de hematites (Lám. *k*, fig. 1), exágonas é isótropas, idénticas á las descritas por G. Rose (1). Bajo aumentos muy grandes, esa mica parece formada por prismitas casi paralelos ó constituyendo haz. Esas secciones, exentas de dicroísmo, presentan en la luz polarizada colores vivos é irisados, debidos á su gran birrefracción, y bajo los nícoles se extinguen según sus cruceros.

Las láminas de crucero son incoloras, transparentes, con tintas de polarización poco vivas, los dos ejes ópticos muy separados y $\rho > v$. Su forma es irregular, alargada, sin duda, en los movimientos de la roca, sin que hayamos podido observar ninguna rómbica ó exágona que nos permitiera deducir las formas dominantes. Además, esas láminas forman comunmente por su reunión manchitas ó membranas continuas, y esto contribuye también á empañar la forma cristalina que les es propia.

El cuarzo se halla en granos gruesos, transparentes, de contornos irregulares, redondeados, á veces exágonos. Recuerdan por sus caracteres los de las micacitas. En ocasiones contienen inclusiones,

(1) *Ueber das regel. Verwachsen der verschiedenen Glimmerarten unter ein. und Eisenglanz.* (*Poggend. Annal.*, CXXXVIII, 1869, pág. 177.)

ya sólidas ó de polvillos muy tenues alineados, ya líquidas con burbuja móvil. Estas últimas, dispuestas en hileras, son muy numerosas en nuestras preparaciones de ejemplares procedentes de Lanjarón.

Esos granos se presentan perfectamente alineados en sartas paralelas, en filoncillos secundarios que atraviesan á los demás elementos, á los cuales son, por consiguiente, posteriores. Llenan las grietas y las cavidades producidas en la roca por los movimientos del suelo ó por las descomposiciones de los elementos más antiguos.

Las rocas con glaucófano de la sierra Nevada pertenecen al grupo de las de la Europa central, descritas con el nombre de eclogitas por la mayor parte de los autores. Tienen, en efecto, la misma composición mineralógica que éstas, su misma estructura y su mismo modo de presentarse interestratificadas en las capas del terreno primitivo; mas, sin embargo, si se aceptan las conclusiones de Monsieur Riess (1), autor del trabajo más completo que se conoce acerca del asunto, deben separarse de ellas y colocarse en las anfibolitas granatíferas.

Eclogitas.—Las eclogitas típicas de Cordier y de M. Riess, compuestas de granate, omfanita y ermaragdita, con epidota, clorita, esfena, circón, rutilo, cuarzo y mica blanca, se hallan con cierta abundancia en los aluviones y depósitos miocenos del valle del río Genil al estado de guijas; pero no hemos podido averiguar su yacimiento originario. En ellas, la hornablenda aparece en cristales grandes, no dicróicos, de color verde de hierba; la piroxena, poco abundante, en granos sin contornos cristalinos exteriores, y el granate en láminas delgadas incoloras. Á veces se muestran también algunos granos de plagioclasa.

Es probable que el yacimiento de esas eclogitas se halle en el circo de San Juan, donde el Sr. de Botella menciona alternación de anfibolitas, cuarcitas epidotíferas, micacitas y dolomías. En las rocas de ese circo, entre Veleta y Mulhacén, señala M. Guillemin Tarayre (2) el oro de la sierra Nevada, pero no constituyendo filones, sino impregnando las micacitas, las cuales al deshacerse producen las are-

(1) *Untersuch. über die Zusammensetzung des Eklogits.* (*Miner. Mittheil. von Tschermak*, tomo I, 1878, pág. 165.)

(2) *Sur la constitution minéralogique de la sierra Nevada de Granade.* (*Comptes rendus*, 11 mai 1885: Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo XII, pág. 165.)

nas del río Genil, que dan hierro oligisto, hierro oxidulado, hierro titanado, andalucita, turmalina, rutilo, esmeralda, plata, platino y oro (cerca de $0^{gr},5$ de oro fino por metro cúbico).

Existe una analogía tan curiosa entre los yacimientos de esos metales preciosos de la sierra Nevada y los de la desembocadura del Vilaine (Francia), que creemos deber indicarla. El Vilaine se lanza al mar entre Pénestin y Billiers por una región de costas bravas, compuestas de una alternación de anfibolitas, eclogitas, piroxenitas, micacitas, cuarcitas epidotíferas y dolomías cristalíferas de la edad primitiva, idénticas á las de la sierra Nevada, y en la desembocadura dicha las arenas de la playa, que resultan de la desagregación de esas rocas, suministran, poco más ó menos, los mismos minerales que las del Genil, á saber: hierro oxidulado, hierro titanado, corundo, circón, granate, casiterita, platino y oro nativo, sin que tampoco se haya reconocido allí ningún filón aurífero.

Anfibolitas ó gneises anfibólicos del tramo inferior de las micacitas granatíferas.—Las anfibolitas ó gneises anfibólicos del tramo inferior de las micacitas granatíferas y dolomías, que particularmente se encuentran al sur del puerto de Játar, son rocas más variadas que las anfibólicas hasta aquí descritas. Según las proporciones, siempre irregulares, del feldespato que entra en su composición, así debe llamárselas gneises ó pizarras anfibólicas; pero en todo caso contienen además estaurótida y los demás minerales frecuentes en las pizarras matamorfoseadas, y alternan con lechos de gneis, de micacita, de cuarcita, de dolomía y probablemente también de piroxenita.

La piroxena, en cristales gruesos corroídos por el cuarzo, es un elemento, si no frecuente, muy bien caracterizado de esas anfibolitas. La hornablenda, en cristales de un verde claro, aparece en ellas con mucha más abundancia, constituyendo á veces la mayor parte de la masa, en la cual forma un tejido continuo. Además se hallan en esas rocas hierro oxidulado, hierro titanado, esfena y rutilo en microlitos de $0^{mm},1$ á $0^{mm},2$ de longitud, así como accesoriamente laminillas de mica negra al estado naciente y prismas de epidota. El feldespato triclínico, en granos irregulares, maclados, presenta extinciones parecidas á las del labrador. El cuarzo es el elemento más abundante, y en granos, ya redondeados, ya alargados, sirve de trabazón á los demás y los penetra.

La estaurótida no se presenta en estas rocas con su forma característica, ó sea en prismas ortorrómbicos simples ó maclados, sino en trozos largos atravesados por gruesas fracturas transversales; pero, á pesar de no presentarse en cristales definidos, se reconoce fácilmente y sin la menor duda en virtud de sus propiedades ópticas.

En esos trozos, el plano de los ejes ópticos es longitudinal, y además la bisectriz, que es al mismo tiempo el eje n_g, se halla dirigida según el largor de los trozos, es decir, que el signo del alargamiento es el $+$; resultando de esa disposición de los ejes de elasticidad que las secciones largas más birrefringentes son paralelas al plano de los ejes ópticos; y como aquéllas presentan entre los nicoles cruzados el color amarillo brillante que corresponde al valor de la birrefracción en la estaurótida, $n_g - n_p = 0{,}012$, la refracción indicada por el relieve parece, en efecto, ser la de esa especie. Otro carácter importante, y que desde luego llama la atención, es el que se deduce del policroísmo: esas secciones largas presentan un color amarillo de oro cuando n_g se halla paralela á la sección principal del polarizador, y amarillo pálido cuando se presenta en posición normal. En resumen, los cinco caracteres deducidos de la posición del plano de los ejes ópticos, posición de la bisectriz n_g, valor de la birrefracción, valor de la refracción y policroísmo, determinan, sin género de duda, la estaurótida.

V.—CALIZAS.

La caliza, una de las substancias más abundantes en los montes béticos, aparece en ellos á diversos niveles y con diferentes caracteres, formando capas, ya descritas en la parte estratigráfica, intercaladas en el terreno triásico, en el cambriano, entre las pizarras primitivas cristalíferas y en el tramo inferior de las micacitas y anfibolitas.

Comparadas entre sí, esas calizas presentan diferencias importantes debidas á las condiciones de su formación y á las metamorfosis posteriores á su depósito.

De todas ellas, únicamente las triásicas dejan reconocer, y esto no siempre, los fragmentos de conchas y de crinoides en diversos estados de descomposición, á expensas de los cuales se han formado. En su mayor parte son duras, compactas, gris azuladas, blancas ó parduzcas, y deben su coloración á partículas carbonosas ó ferruginosas. Esta materia colorante forma con un poco de arcilla una

masa fundamental, en la que se hallan sembrados, sin ningún orden, granillos cristalinos de calcita y dolomía, fragmentos orgánicos y, á veces en pequeña cantidad, pajuelas de mica blanca, pirita ó granitos de cuarzo.

Las laminillas de mica blanca son por lo común irregulares, de contornos redondeados, y poseen dos ejes ópticos ($2\ E = 50°$) negativos. Excepcionalmente (Gualchos) forman montoncitos exágonos, inscriptibles, pero con dos caras mucho más desarrolladas que las otras.

La dolomización frecuente de esas calizas triásicas, principalmente de sus porciones metalíferas (galena, blenda, calamina, cinabrio), ha hecho que hayan desaparecido, por regla general, los vestigios de organismos, y entonces resultan más cavernosas ó celulosas (Motril, etc.)

Algunos ensayos practicados en ellas nos han dado los resultados siguientes:

	CaO, CO^2.	MgO, CO^2.	Sesquióxidos.	Residuo.
Caliza blanca, compacta, al sur de Lentegí................	1000	indicios	3	vestigios
Caliza azul, cristalina, de Gualchos....................	1000	indicios	1	vestigios
Caliza blanca, de grano fino, al norte de Itrabo.........	902	98	1,5	vestigios

El residuo que deja la caliza de Gualchos al tratarla por el ácido clorhídrico, nos ha suministrado, además de las especies minerales más arriba citadas, cristalillos bien terminados de circón.

Á M. F. Cramer (1) se debían ya los siguientes análisis de las calizas dolomíticas de la sierra de Gádor, practicados en el laboratorio de Wöhler:

	CaO, CO^2.	MgO, CO^2.	Sesquióxidos.	Residuo.
Dolomía gris obscura, compacta....................	53,524	45,661	0,641	0,160
Dolomía gris de ceniza, compacta....................	50,782	38,826	6,347	
Dolomía gris clara, de grano fino......................	55,30	44,10	0,44	3,09
Dolomía de manchas blancas y negras (piedra franciscana).	55,239	41,597	2,016	0,039

(1) *Abhandl. der königl. Societät der Wissensch. zu Göttingen*, Bd. I, 1841, pág. 275.

Todos esos análisis demuestran que la composición de las calizas y dolomías triásicas de Andalucía es muy variable; de modo que la dolomización de las mismas no se halla en relación con su edad, sino más probablemente, como ya lo hemos indicado, con la inmediación de los conductos por donde asomaron las substancias metalíferas. Si únicamente tomáramos en consideración la sierra Nevada, veríamos que la dolomización es bastante menor en las calizas triásicas que en las paleozóicas de que vamos á hablar.

Las calizas dolomíticas paleozóicas y primitivas tienen una composición más variada: contienen silicatos y titanatos, originados por metamorfosis, que constituyen á veces, lo mismo que en la serranía de Ronda, donde se han descrito por MM. Michel Lévy y Bergeron, un tejido tupido en el que ha desaparecido todo vestigio de carbonato. Tratadas por ácido clorhídrico y examinados los residuos al microscopio, se observa en éstos pirita, hierro oxidulado, hierro titanado, rutilo, esfena, idocrasa, tremolita, actinota, dialaga, epidota, mica blanca, mica negra, anortita y cuarzo.

Todas esas calizas dolomíticas antiguas son sacaroideas, cristalinas, granudas y compactas, celulosas ó pulverulentas; su color, tan variable como su composición, pasa del blanco al gris, al azul y al amarillo. Los mármoles blancos son los dominantes, principalmente hacia la base de la serie, donde constituyen bancos inmensos, fétidos al choque del martillo y pobres en minerales originados por transformación.

La metamorfosis más común en estos mármoles ha consistido en que en su masa se ha verificado una recristalización completa de los carbonatos de cal, magnesia y hierro, borrándose enteramente los contornos que antes tuvieran los restos orgánicos. El mármol blanco (Játar, cortijo de Limán) está formado exclusivamente por cristales de calcita y de dolomía entretejidos de la manera más compleja y tupida, sin que se observe ni la más mínima huella de la estructura primera.

Los granos de calcita que le constituyen muestran contornos irregulares; sus secciones aparecen surcadas por las líneas de crucero, y generalmente presentan numerosas láminas hemitrópicas. Los de dolomía se distinguen difícilmente (1) por sus contornos angulosos, que

(1) A. Renard, *Sur les caractères distinctifs de la dolomite.* (*Bull. Acad. royale de Belgique*, tomo XLVII, mai 1879.)

recuerdan la forma romboédrica, y por la falta de estrías hemitrópicas.

Algunas dolomías del puerto de Játar no nos han ofrecido calcita bien reconocible al microscopio; en otros casos (Motril), á los granos calizos los reemplazan unos cristalitos de carbonato de hierro, que con frecuencia han sufrido una oxidación posterior.

Los análisis que hemos practicado en cierto número de ejemplares de las calizas dolomíticas antiguas de la cordillera Bética, nos han dado los resultados siguientes:

	CaO, CO^2.	MgO, CO^2.	Sesquióxidos.	Residuo.
Caliza dolomítica blanca, sacaroidea, con tremolita, al norte de Canillas de Albaida..........	848	152	3	vestigios
Idem id. blanca, sacaroidea, de la garganta de Játar............	899	101	1,5	vestigios
Idem id. blanca, compacta, de grano muy fino, de la garganta de Játar....................	680	320	3,5	vestigios
Idem id. blanca, de grano fino, del puerto de Játar...........	710	290	4	vestigios
Idem id. blanco-amarillenta, de grano fino, con tremolita, al sur de la precedente............	571	429	13,8	vestigios
Idem id. amarillenta, sacaroidea, al sur de Játar...............	1000	indicios	23,5	vestigios
Idem id. sacaroidea, de lechos blancos y azules, con tremolita, al sur de Játar...............	1000	indicios	4	vestigios
Idem id. sacaroidea, blanca, al norte de Frigiliana...........	860	140	2	vestigios
Idem id. compacta, azulada, al norte de la precedente........	865	135	5	vestigios
Idem id. compacta, blanca, al norte de la precedente, cerca del cortijo de Limán.............	968	32	2	vestigios
Idem. id. granuda, amarillenta, de Lanjarón................	815	185	24	vestigios
Idem id. gris, de grano fino, del puerto de Almuñécar.........	551	449	1,5	vestigios

La cantidad de magnesia contenida en las calizas dolomíticas primitivas de Andalucía varía entre límites muy apartados: de una manera general, es mayor que la de las calizas dolomíticas triásicas de Las Alpujarras, pero menor que la de las de la sierra de Gádor. Si se admite, con los autores, que la dolomía se caracteriza por conte-

ner 54 partes de carbonato de cal y 45 de carbonato de magnesia, nuestras rocas andaluzas deben considerarse como calizas magnesianas más ó menos cargadas de dolomía.

Comunmente las preparaciones para el estudio micrográfico de estas calizas muestran acá y allá el cuarzo, que forma bajo los nícoles á modo de mosáicos de granillos redondeados con extinciones vivas; pero todavía aparece mejor caracterizado en el residuo que dejan al disolverlas, en el cual aparece en granos irregulares, aplastados según la base del prisma, positivos y con un eje óptico.

La mayor parte de esos mármoles dolomíticos, menos puros que los de Frigiliana y los del puerto de Játar, contienen generalmente mucha pirita cristalizada en hermosos dodecaedros ó transformada en limonita, grafito y mica blanca. Las pajuelas de mica negra al estado naciente son raras (Agrón, cortijo de Limán, Játar), y esta especie es negativa, de un eje, y el ácido clorhídrico la ataca produciendo gelatina. El circón, en hermosos cristalitos, á veces muy largos, se muestra también con alguna profusión (Játar, Limán).

La idrocrasa, aun cuando rara, aparece muy bien caracterizada en una caliza de Lanjarón, formando prismitas cuadráticos, refringentes, y con apuntamiento rebajado, próximamente á 130°, negativos según la longitud. Más frecuente es el rutilo en cristalillos (Frigiliana, Játar) con cruceros según mh^1, muy birrefringentes, dicróicos, de color amarillo pálido según n_g y más fuerte segun n_p, y muchas veces con maclas según b^1 á 114°: ya se hallan aislados en la caliza, ya, lo cual es más común, incluídos en la mica blanca. La tremolita es á veces con extremo común en grandes cristales fibrosos, incoloros, muy birrefringentes (Lanjarón, Játar, Canillas de Albaida), alargados según *mm*, con bisectriz negativa casi perpendicular á h^1; los cuales se hallan formados de haces de agujas prismáticas, con frecuencia macladas según h^1, en las que alcanzan 15° las extinciones máximas observadas. Esos haces presentan groseras fracturas transversales.

El feldespato es escaso en las calizas dolomíticas del macizo de Vélez-Málaga: únicamente lo hemos reconocido en ejemplares recogidos al norte de Motril, en los que se muestra en granos maclados, poco abundantes, con las extinciones de la anortita. La ortosa, que también hemos visto, va siempre asociada á las porciones cuarzosas, sin duda filonianas, que forman venillas en la roca.

Una caliza azulada que se halla, al sur de Játar, cerca del cortijo de Los Nacimientos, es en particular muy rica en los interesantes

minerales calcita, dolomía, mica blanca, mica negra, actinota, anfíbol y dialaga.

Las calcita, dolomía, mica negra y mica blanca son idénticas á las que acabamos de describir en las demás calizas.

La actinota aparece en varillas dispuestas en abanico.

El anfibol, en cristalillos de 1 á 2 décimas de milímetro, sólo se halla en pequeña cantidad.

La dialaga no se reconoce al primer golpe de vista porque se ofrece en cristales informes, grandes hasta un centímetro de longitud, que destacan por su blancura en el fondo azulado de la caliza.

Hemos conseguido separarlos de ésta y arreglar diversas preparaciones, que nos han permitido determinar en el microscopio las principales propiedades cristalográficas y ópticas de dicha substancia, así como las causas á que se debe el que se muestre desfigurada.

Si se examina la fig. 2 de la lámina *K*, que representa las secciones más interesantes de este mineral comprendidas en medio de la caliza, choca desde luego lo alterado que se halla: por una parte todos sus contornos aparecen desgastados, y, por otra, lo surcan numerosas grietas llenas de calcita, á la cual debe su coloración blanca cuando se le examina á la vista desnuda.

Respecto á los caracteres cristalográficos de nuestro mineral, hemos podido reconocer un crucero extremadamente fácil h^1, que nos ha permitido obtener láminas en el sentido del mismo, y otros dos difíciles *mm*, á 87° el uno del otro; pudiéndose notar sobre la sección las numerosas trazas del crucero h^1, bisector del ángulo suplementario de 87°. Finalmente, hemos apreciado sobre la sección g^1 la traza grosera de la cara *p*, formando con la traza de h^1 el ángulo $ph^1 = 106°$, de la dialaga.

En cuanto á los caracteres ópticos, el eje medio de elasticidad n_m (1) es perpendicular al plano de simetría g^1, y los dos ejes extremos n_p y n_g están contenidos en el mismo plano g^1 que, por consiguiente, resulta ser el de los ejes ópticos: en ese plano, n_g, forma con la traza de h^1 un ángulo de 39° próximamente. La sección g^1, ordinariamente de un espesor de 3 centésimas de milímetro, apare-

(1) Llamamos n_g, n_m y n_p á los tres ejes del elipsoide inverso de elasticidad de Fresnel. Sabido es que las longitudes de esos tres ejes son las inversas de las velocidades, y que pueden llamarse los tres índices principales de la substancia. Distinguimos los índices mayor, medio y menor por las letras *g*, *m* y *p*.

ce, entre los nícoles cruzados, de una coloración verde amarillenta que corresponde al valor de birrefracción $n_g - n_p = 0,029$. Á causa de la alteración del mineral no hemos podido medir el ángulo de los ejes ópticos al examinar placas gruesas; pero lo hemos conseguido con bastante exactitud, empleando el procedimiento de von Lasaulx, operando en una placa delgada perpendicular á la bisectriz n_g; deduciendo de ese modo que la substancia es positiva y que el ángulo $2E$ de sus ejes ópticos (visto en el aire) es de 115° próximamente.

Las calizas que alternan con las cuarcitas epidotíferas y las pizarras actinolíticas (Izbor, Agrón, Canillas de Aceituno) difieren mucho de las precedentes.

Se caracterizan principalmente por la presencia de la epidota, que falta en las masas dolomíticas de la sierra Tejeda, y, según han notado MM. Michel Lévy y Bergeron, ofrecen gran semejanza con las corneanas verdes de la meseta central de Francia. La epidota, aun cuando no tan bella ni tan abundante como la de las cuarcitas, presenta en absoluto los mismos caracteres que ésta; el cuarzo y la calcita, en mezcla íntima y en proporciones relativas variables, forman la roca casi por sí solos.

En ella se halla además esfena muy refringente, muy birrefringente, poco policróica, en cristalitos que muestran las caras $e^{1/2}$ y o^2.

Á veces se observa también la presencia de la actinota y de la turmalina, así como de talco de un eje, de granillos carbonosos, de escamitas, siempre muy localizadas, de mica negra, clorita, circón y hierro titanado.

En algunos casos es notable la extremada abundancia de hierro oxidado (al sudoeste de Canillas de Aceituno) en hermosos octaedros, simples ó maclados, reunidos en grandes sartas regulares, elegantes y variadas ó, por último, en porciones compactas, en las que ya no se distinguen contornos cristalinos, en cuyo caso la roca pasa á una verdadera mena de hierro magnético.

VI.—YESO.

El yeso se encuentra en la provincia de Granada á diversos niveles; pero aquí nos limitaremos al estudio del de Las Alpujarras, que, aun cuando sin pruebas suficientes, referimos al terreno cambriano, y prescindiremos por completo de los terciarios de la cuenca de Alhama.

Como nada teníamos que agregar á las excelentes descripciones, acompañadas de cortes, que el Sr. Gonzalo y Tarín (1) ha dado del yeso de Las Alpujarras, apenas hemos insistido más atrás en las condiciones de su yacimiento, que son las mismas con que, según el Sr. de Botella (2), se presenta también en la provincia de Almería. En Las Alpujarras no forma un nivel continuo, sino que se muestra en lentejones hacia la parte superior del cambriano, donde los bancos calizos alternan con lechos pizarrosos, y siempre por bajo del gran depósito de calizas triásicas.

Este yeso es compacto, de un blanco agrisado sucio (Lanjarón, Motril, La Mamola), y se halla formado de granos irregulares, entrelazados, sin contornos cristalinos visibles al microscopio (3). En láminas delgadas aparece transparente é incoloro; el crucero según g^1, muy marcado por profundas estrías paralelas, corresponde á la extinción para las secciones de la zona ph^1.

Pero su principal interés consiste en el gran número de minerales extraños que contiene y que recuerdan el yacimiento de Kittelsthal (Turingia), descrito por M. Senft (4). Haussmann señaló, en 1841, en el yeso de Las Alpujarras cristales de azufre, de fluorina y de oligisto, y fragmentos de las rocas pizarrosas inmediatas á él (5). El azufre abunda á veces tanto, según el Sr. de Botella, en la provincia de Almería, que se explota al mismo tiempo que el yeso.

Además de los minerales señalados por los Sres. Haussmann y de Botella, nosotros hemos reconocido algunos otros, disolviendo el yeso en ácido clorhídrico ó en disoluciones saturadas y calientes de hiposulfito de sosa.

Uno de los más esparcidos es el cuarzo en granos gruesos y rotos,

(1) *Reseña de la provincia de Granada.* (Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo VIII, pág. 41.)

(2) *Reseña de la región SO. de la provincia de Almería.* (Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo IX, pág. 276.)

(3) Fr. Hammerschmidt, *Beiträge zur Kenntniss der Gypsgest.* (*Tschermak's min. Mittheil.*, 1882, tomo V, pág. 245.)

(4) El yeso del Kittelsthal contiene los mismos minerales que el de Las Alpujarras, hecha excepción del azufre y la fluorina; pero está más cargado de óxidos de manganeso. (Senft, *Der Gypsstock bei Kittelsthal, Zeitschr. der deutschen geol. Gesell.*, Bd. XIV, 1862, pág. 160.)

(5) *Ueber das Gebirgssystem der sierra Nevada:* Göttingen, 1841, pág. 279.

con burbujas móviles, ó, todavía con más frecuencia, en prismas exagonales terminados en sus dos extremos por pirámides; los cuales, con un color grisáceo y una longitud que no pasa de tres décimas de milímetro, recuerdan por su forma los jacintos de Compostela de las capas yesosas de los Pirineos españoles, inmediatos á las ofitas, y los hermosos cristales prismáticos de las arcillas finas que en la provincia de Santander acompañan á los minerales de zinc [1].

La mica blanca en pajuelas irregulares abunda también bastante en el yeso: en ella hemos reconocido, en inclusiones, gránulos de hierro oxidulado y microlitos maclados de rutilo, idénticos á los que ofrecen las pizarras de la comarca. Finalmente, hemos visto cristales de pirita; romboedros pequeños, pero perfectos, de dolomía, y fragmentos de un mineral dicróico verde, que muy probablemente es el cloritoide.

Resulta, pues, que los minerales contenidos en el yeso de Las Alpujarras se clasifican en dos series distintas: unos son idénticos á los que constituyen las rocas, pizarras y calizas, que forman la caja del mismo yeso (dolomía, hierro oxidulado, pirita, mica blanca, cloritoide, rutilo, trocitos de pizarra); los otros no se encuentran en esas rocas (azufre, fluorina, cuarzo en prismas exagonales apuntados).

La analogía de estos últimos con los productos que comunmente se derivan de la actividad eruptiva es notable, y, por otra parte, el Sr. de Botella [2] describe en esta región un manantial (fuente de La Familia) que en la actualidad contiene por litro 19,702 gramos de ácido sulfúrico libre.

Preciso ha sido, pues, que sobre la caliza hayan ejercido su acción emanaciones sulfurosas que han hecho que aquélla pase por epigénesis á yeso en determinados parajes, en la cual substancia se han conservado inalterables los diversos silicatos que nos habian ofrecido las rocas de la caja, y que hemos vuelto á encontrar en el residuo que, al disolverlo, deja el mismo yeso. El aumento de volumen que en esa trausformación experimentó la caliza, explica la presencia

(1) O'Reilly and Sullivan, *Geology of the province of Santander*: London. 1863, pág. 129.

(2) *Reseña de la región SO. de la provincia de Almería.* Boletín de la Comision del Mapa geologico de España, tomo IX, pag. 314.

de trocitos de pizarra en las masas yesosas, y el desorden y dislocaciones que constantemente se observan en las capas del suelo en contacto de esas masas. El estudio litológico del yeso de Las Alpujarras confirma, por consiguiente, de una manera cumplida, la opinión que acerca de su modo de formarse habían ya emitido los señores Gonzalo y Tarín y de Botella, fundándose exclusivamente en la disposición estratigráfica con que esa materia aparece.

ESTUDIO GEOLÓGICO

DE LA SERRANIA DE RONDA

POR

MM. MICHEL LÉVY Y BERGERON.

DESCRIPCIÓN GENERAL.

La serranía de Ronda se relaciona íntimamente con el eje montañoso que, extendiéndose paralelamente á la costa de Andalucía, se termina hacia levante en el macizo de la sierra Nevada.

La comarca quebrada comprendida entre Marbella y Ronda presenta desde luego, á lo largo del Mediterráneo, una serie de relieves muy abruptos constituídos por los terrenos cristalofídicos y arcáicos; contra la cual cadena de montañas se apoyan otras cumbres jurásicas y cretáceas, en la misma notable disposición que se observa á la derecha de la sierra Tejeda y de la Nevada, al este.

La cadena, compuesta de terrenos antiguos, toma los nombres de sierra Bermeja, al norte de Estepona, y sierra de Mijas, al norte de Marbella, y más á levante, al otro lado de la llanura de Málaga, corresponde á la sierra Almijara. Las montañas jurásicas y cretáceas que se extienden al sur de Ronda forman la serranía de este nombre, y van á unirse con la sierra de Abdalajís en el paraje que llaman El Chorro situado junto á la entrada de los túneles del ferrocarril de Bobadilla á Málaga.

Principiaremos por enumerar sumariamente los diferentes terrenos que hemos tenido ocasión de estudiar, así como los rasgos principales de su agrupación estratigráfica, y á continuación entraremos en los correspondientes detalles.

I.—En la base aparece una formación gneísica en relación con numerosos filones de granulita turmalinífera, en la cual formación el

tipo ácido alterna con anfibolitas é intercalaciones de dolomías blancas muy cristalíferas, que nos ha parecido afectan la forma lenticular, y cuyo desarrollo, á veces enorme, da á la comarca uno de sus aspectos característicos. Creemos que esas dolomías son un representante del tramo del monte Leone, en el corte clásico del Simplon; tramo que se extiende en la parte alta de los gneises y micacitas de Suiza.

II.—Siguen después pizarras cloritosas y sericitosas, todavía muy cristalinas, en las que penetran los filones de granulita, pero despojándose de sus feldespatos y enriqueciéndose en andalucita. Esas pizarras se cargan á veces de numerosos minerales accesorios, tales como granate, turmalina, andalucita, distena, sillimanita, estauródita, etc.

III.—Pasan por tránsitos insensibles á pizarras arcillosas menos cristalinas, siempre sericitosas y cloritosas, en las cuales hemos encontrado algunos conglomerados y, en muchos puntos, intercalaciones de dolomía negruzca. Nos parece que este tramo, por lo menos en parte, representa las pizarras de Saint-Lô. Según nos dijeron, los ingenieros de la Comisión del Mapa geológico de España han visto impresiones del *Nereites Cambriensis* cerca de El Chorro.

A todo este conjunto de terreno cristalofídico lo atraviesan filones de diorita en dirección al NE., y filones y diques, á veces enormes, de norita y de lerzolita, formando tránsito á serpentina, y filoncillos de granulita.

IV.—Aparecen en seguida bruscamente diversos términos, por lo común dispersos, que representan el permiano medio y el trías, y que, de abajo arriba, son conglomerados, areniscas y margas irisadas acompañadas de yeso y de diabasas de estructura ofítica.

V.—El jurásico inferior, poco extendido, parece representado de abajo arriba por:

a.—Margas grises con intercalación de bancos calizos y dolomíticos.

b.—Calizas blancas con oolitas finas.

El jurásico superior presenta mármoles arcillosos grises y rosáceos.

VI.—Sigue por cima del titónico un potente tramo de margas plegadas por presiones laterales, las cuales se refirieron en 1876 al neocomiense por el Sr. de Orueta.

VII.—En el terreno numulítico se distingue una parte inferior, compuesta de una alternación de margas y de calizas, y otra superior, constituida por un gran espesor de areniscas amarillas.

VIII.—El mioceno marino comienza por molasas fosilíferas y termina con un espesor considerable de conglomerados.

IX.—En fin, unas margas arcillosas y sabulosas, muy concheras, representan el plioceno inferior (colonia de San Pedro de Alcántara) y el medio.

La disposición de esos diferentes terrenos presenta un contraste notable si se comparan entre sí las dos laderas opuestas de la serranía de Ronda, cuya cresta principal se dirige sensiblemente hacia el NE. En efecto, en la vertiente del sudeste dominan los terrenos cristalinos, presentando por lo menos dos pliegues anticlinales principales al norte de Marbella, el más importante de los cuales, el de la sierra de Mijas, se extiende á lo lejos hacia la sierra Nevada, mientras que el otro pasa por Yunquera. En ese declivio del sudeste aparecen grandes fallas por las que asoman algunos testigos triásicos, ó á veces jurásicos, y nótase también en ella una primera discordancia entre el permiano y los terrenos antiguos.

Forman, por el contrario, la vertiente del noroeste los pliegues del jurásico y del cretáceo que sirven de apoyo á los bordes irregulares de la cuenca numulítica, cuyos depósitos, con frecuencia plegados y levantados hasta la vertical, se hallan en discordancia, no sólo con los jurásicos, sino también con los neocomienses. Esos depósitos numulíticos, que llegan hasta los puertos más altos, constituyen isleos escalonados que cubren indistintamente todos los terrenos precedentes, con inclusión del de las pizarras antiguas de la ladera meridional de la serranía.

Una tercera discordancia general se manifiesta entre el numulítico y el mioceno marino de Ronda, que se muestra hasta en altitudes de 1200 metros. No falta alguna falla en el mioceno marino, y no es raro que sus capas afecten inclinación de 30°; pero no ofrecen los pliegues por compresión que las de los terrenos precedentes. En la vertiente meridional (Álora) forma isleos escalonados; pero sus grandes cuencas se extienden al pie septentrional de las sierras jurásicas.

Una zona de plioceno que se extiende á lo largo de la costa del Mediterráneo ha sufrido también movimientos ascensionales, y así es que en la colonia de San Pedro de Alcántara se elevan esos depósitos á 76 metros de altitud y hasta 105 en las inmediaciones de Málaga.

En resumen, la serranía de Ronda ha sufrido movimientos enérgicos con presiones laterales que han producido pliegues en todas las capas, con inclusión de las numulíticas; pero el mar mioceno cubrió

después la mayor parte de la comarca, y á aquellos movimientos siguieron otros más lentos, los cuales han persistido hasta el período cuaternario exclusive [1].

El territorio que separa la vertiente meridional de la septentrional está constituído por un conjunto de pliegues casi verticales acompañados de grandes fallas.

En él aparece el numulítico en contacto por el sur con las pizarras cambrianas y por el norte con las margas neocomienses. Esta faja se arrumba al NE. desde el puerto del Faro á El Chorro, manteniéndose paralela á los pliegues principales y á los diques de lerzolita de la serranía; pero á partir de El Chorro, esa zona de fallas y pliegues se dobla en dirección E. á O. hasta reunirse con la sierra Tejeda.

(1) Únicamente nos referimos á la parte de la costa que hemos explorado, ó sea hasta Estepona. Los trabajos de Ramsay y Geikie, Maw y Busk han demostrado que las oscilaciones del suelo han continuado durante la época cuaternaria en las cercanías de Gibraltar.

PRIMERA PARTE.

ROCAS CRISTALOFÍDICAS, ARCÁICAS Y CAMBRIANAS.

CAPÍTULO PRIMERO.

GNEISES Y MICACITAS.

ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO.

Las hiladas más antiguas de esta serie son raras en Andalucía, y únicamente aparecen en la serranía de Ronda. Empiezan por unos gneises ricos en cordierita, y terminan en su parte superior por una alternación de gneises y micacitas con mica negra, entre las que se intercalan anfibolitas y bancos de dolomía, con frecuencia muy gruesos. La abundancia extraordinaria de dolomías y calizas cristalinas, constituye el rasgo característico de la serie cristalofídica de Andalucía; los cipolinos de Saint-Béat, en los Pirineos, y del camino del Simplon, en los Alpes, pertenecen al mismo nivel, pero no presentan, ni con mucho, tanto desarrollo.

Los gneises con cordierita forman una faja continua desde Benalmádena á Marbella, arrumbada al E.NE., y vuélvense á encontrar cerca de Istán en el camino de la casa de La Sepultura.

La mayor parte de las sierras de Ojén y Blanca están compuestas de grandes masas de dolomía cristalina, alternando con la parte superior de los gneises y con lechos de anfibolita. La edad de esas dolomías, consideradas por algunos autores como calizas jurásicas metamorfoseadas, ha sido motivo de muchas discusiones: es, pues, importante zanjar definitivamente esa cuestión, y creemos que efectivamente la resuelvan los cortes que hemos trazado entre Benalmádena y Fuengirola y entre Marbella y Ojén, según los cuales nos adherimos completamente á la opinión del Sr. Mac Pherson, adoptada por el Sr. Gonzalo y Tarín.

El camino de Torremolinos á Benalmádena se abre en largo trecho en el plioceno más ó menos arcilloso, cubierto por un limo superficial y por brechas calizas cuaternarias, y después, bajo ese manto de terreno reciente, se hallan unos gneises granulíticos, cuyos planos pizarreños tienen una dirección al N. 105° E., entre los cuales aparecen masas y también capas delgadas de dolomía, que dan olor fétido al choque del martillo, y cuyo buzamiento medio parece ser de 80° hacia el S.

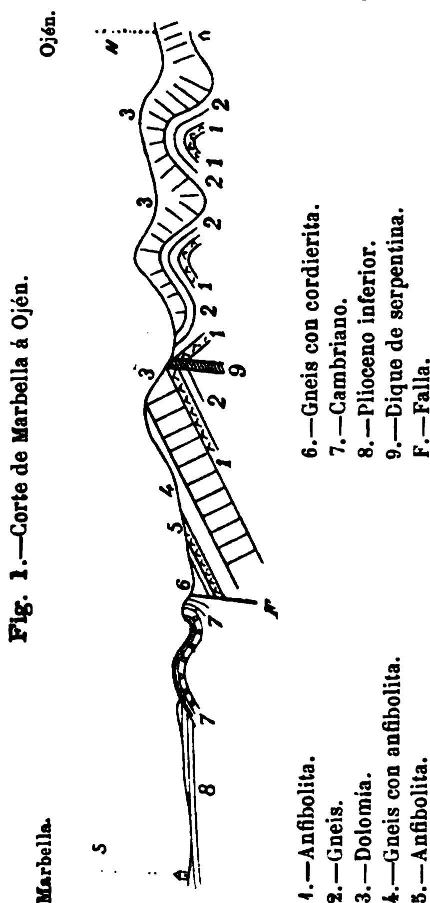


Fig. 1.—Corte de Marbella á Ojén.

En la cuesta de Carvajal es donde principalmente se observan grandes bancos de dolomía con lechos interestratificados de gneis.

Puede trazarse un buen corte de esas diversas formaciones marchando de Marbella á Ojén (fig. 1) por el camino carretero. Hasta una altitud de 60 metros poco más ó menos se sigue el plioceno inferior apoyado en unas pizarras micáceas con alternación de cuarcitas y algunos bancos de conglomerados, que, aun cuando con alguna duda, referimos al cambriano; las cuales, inclinando primero 35° al S., se colocan después horizontales para seguir con una inclinación de 30 al N., concluyendo por levantarse bruscamente hasta la vertical, apoyándose, á consecuencia de una falla, contra los gneises con cordierita dirigidos al N. 40° E. (1) con inclinación al E. Éstos contienen, á la inmediación de la mina de

(1) Las direcciones, referidas al meridiano verdadero, las expresamos indicando el ángulo que en los dos primeros cuadrantes forman con ese

hierro de Marbella, numerosas intercalaciones de lechos delgados de anfibolitas y de bancos gruesos de dolomías.

Entre la mencionada mina de hierro y Ojén, el camino pasa lo menos tres veces por el contacto entre los gneises, las anfibolitas y los bancos gruesos de dolomía que al oeste constituyen las crestas de la sierra de Ojén, sin que, sin embargo, esos bancos formen un conjunto continuo, pues también se ven en ellos intercalaciones de gneis.

Un tercer ejemplo, asimismo concluyente, lo suministra el corte que puede trazarse en el paraje llamado Los Peñones, cerca de Tolox, sobre la margen derecha del río Alfraguara. Allí la dolomía cristalina alterna con gneises granulíticos.

Mencionaremos, por último, que entre Tolox y Yunquera la dolomía asoma por bajo de las pizarras cristalíferas; pero ahí no aparece acompañada de gneises.

ESTUDIO PETROGRÁFICO.

Gneis con cordierita.—En la separación de los caminos que de Istán van respectivamente á Monda y á Tolox, hemos recogido ejemplares de unos gneises que alternan con leptinitas y que presentan buenos tipos de los que contienen cordierita bien conservada. En ellos se ve la asociación característica de mica negra (aquí muy cargada de agujas y cristalillos de rutilo), ortosa oligoclasa y cuarzo. (V. Lám. L, fig. 2.)

Las láminas de mica negra aparecen recortadas y dislocadas por otros minerales de estructura esencialmente granosa, entre los cuales se hallan granos casi intactos de cordierita, con secciones rectangulares alargadas según la arista *mm*, y otras exágonas, ó por lo menos ovales, en el sentido transversal. Puede afirmarse la existencia en ellos de las caras *m*, g^1 y *p*, y con probabilidad las g^2, lo cual explica el que las secciones transversales aparezcan redondeadas. No ofrecen ningún crucero bien marcado, sino más bien grietecillas muy irregulares á modo de barbillas, que no aparecen sino entre los nícoles cruzados, mostrándose entonces llenas de una

meridiano, contando desde el N. hacia el E. Así, por ejemplo, la dirección N. 45° E. corresponde á la NE. á SO., y la N. 135° E. á la NO. á SE.

materia amarillenta isótropa. Las propiedades ópticas concuerdan perfectamente con las de la cordierita. La zona de alargamiento *mm* es siempre negativa y se extingue constantemente á 0°; la bisectriz aguda, negativa, de los dos ejes ópticos, muy separados, se muestra perpendicular á las secciones transversales; la refracción es como en el bálsamo de Canadá (1,53); todas las fracturas y accidentes de las secciones desaparecen en la luz natural, y no parece sino que han sufrido un pulimento perfecto; la birrefracción máxima, algo inferior á la del cuarzo, alcanza 0,008.

Todos esos caracteres concuerdan perfectamente con los de la cordierita, y la comparación con la de Mittweida confirma las analogías entre una y otra; pero debe recordarse que la mayor parte de las propiedades ópticas de la ortosa en la zona ph^1 y en las secciones transversales pudieran considerarse comprendidas en la precedente descripción, por lo cual hemos de agregar que lo que principalmente nos induce á considerar como cordierita la substancia á que nos referimos es la falta en ella de cruceros y de la macla de Carlsbad, la apariencia de sus fracturas y ciertos caracteres más decisivos de que vamos á hablar.

Es frecuente que la cordierita de Istán pase por epigénesis á sillimanita en agujas muy largas provistas de sus habituales fracturas transversales y de la birrefracción 0,022. Contiene bonitas inclusiones de hierro oxidulado y de una espinela verde, en octaedros (pleonasto), y á veces también, aun cuando con mayor rareza, de una espinela parda (hierro cromado ó picotita).

Hállanse en ella además numerosos cristalillos de circón, que además se ofrecen sembrados en todos los elementos del gneis de la localidad que consideramos; pero es frecuente que los incluídos en la cordierita se muestren rodeados de una corona policróica con tonos del amarillo de limón. Cuando el plano principal del único nícol con que se observa coincide con la dirección del eje mayor de elasticidad, la cual se corresponde con la del índice menor de refracción n_p (1) de la cordierita, la corona dicha alcanza su máximo de coloración amarilla, que resulta pálida según n_m y n_g; hecho tanto más no-

(1) n_g, n_m y n_p son los tres índices principales de refracción, empezando por el mayor, y les hacemos corresponderse en dirección con los tres ejes principales de elasticidad óptica, empezando por el menor.

table cuanto que es muy raro que la cordierita tallada en placas delgadas conserve ni siquiera vestigios de su policroísmo.

Si de la separación de los caminos de Istán á Monda y á Tolox se marcha á la casa de La Sepultura, se atraviesa una comarca de gneises con manchitas verdes de aspecto de cera, que saltan á los ojos y recuerdan la pinita. El microscopio acusa en ellas la presencia de la cordierita más ó menos alterada y transformada en una masa de apariencia viscosa, en la que se desarrollan la sericita, el talco y la limonita. De esas substancias la más abundante es la sericita; y como puede pensarse que el análisis de los productos de descomposición daría una cantidad apreciable de potasa, debe deducirse que, con gran probabilidad, pertenecen al grupo de la pinita y gigantolita. En ellos subsisten intactas las inclusiones de la cordierita, y principalmente la sillimanita.

Los gneises con cordierita se extienden mucho en el territorio comprendido entre Benalmádena, Marbella é Istán, y nosotros hemos estudiado placas delgadas de ejemplares procedentes de una porción de parajes. La cordierita se muestra indistintamente en los gneises, en las leptinitas y en las micacitas de mica negra del tramo cristalofídico inferior. También la hemos hallado intacta en los gneises y micacitas de Marbella, por bajo de la dolomía de Ojén (núms. 3 y 5 del corte representado en la fig. 1, pág. 184). Las micacitas del mismo corte contienen turmalina; y cuando la cordierita se halla transformada en pirita, es regla general que la mica negra pase parcialmente por epigénesis á clorita.

Por el camino de Istán á la casa de La Sepultura se marcha durante mucho tiempo sobre gneises granulíticos, siempre cargados de sillimanita y de pirita, los cuales pasan á ser granatíferos junto á la misma casa, en su contacto con masas de lerzolita.

Mucho más al norte vuelve á encontrarse la misma serie. Si de Tolox se sube hacia el oeste por la orilla del río Alfraguara, se dejan á la salida del pueblo las pizarras micáceas cambrianas, y se entra en unos asomos de granito gneísico que traban diferentes fragmentos pizarreños. Es el único paraje en que hemos visto granito de mica negra; y tanto por esto como porque forma tránsito al gneis, lo describiremos aquí sin dedicarle un capítulo aparte. Las placas delgadas muestran los elementos comunes del granito, es decir, mica negra en destrozos, oligoclasa, ortosa y cuarzo; pero á ellos se asocian, como procedentes de los gneises inmediatos, fragmentitos de cuarzo

y de feldespato y porciones membranosas de mica negra. La asociación de los elementos del granito, en cristales relativamente grandes, con los fragmentos diminutos de los minerales del gneis, se verificó por superposición, repartiéndose con irregularidad estos últimos sobre los primeros, los cuales se conservan intactos. Ofrecen, pues, una mezcla del mismo tipo que la que uno de nosotros ha descrito en el granito de las inmediaciones de Saint-Léon (Allier) en contacto de pizarras micáceas.

Llégase después, cerca del paraje llamado Los Peñones, á unos gneises con cordierita bien caracterizados, en alternación con dolomías cristalinas, los cuales contienen granates pequeños; siendo de advertirse que, lo mismo que los de la casa de La Sepultura, se hallan á la inmediación de grandes masas de lerzolita. La cordierita de este paraje, tan bien caracterizada como la de Istán, contiene inclusiones de circón, pleonasta y picotita, y en parte pasa por epigénesis á sillimanita y mica blanca.

ANFIBOLITAS.—La única región en que hemos observado intercalaciones de anfibolitas en el gneis y micacitas, se extiende entre Marbella é Istán, pasando por Ojén. Las anfibolitas se presentan ahí en capas numerosas, pero de poco espesor, alternando ya con rocas silicatadas, ya con dolomías. La importancia que adquieren los minerales que por metamorfosis se producen en esa última roca, y que estudiaremos luego, nos han demostrado que las capas de dolomía metamorfoseada, llenas de silicatos, pasan lateralmente á verdaderas anfibolitas.

Anfibolitas en los gneises y micacitas.—El tipo más frecuente consiste en una asociación de hierro oxidulado, hierro titanado, esfena, hornablenda, labrador y cuarzo. El hierro oxidulado, el titanado y una parte de la esfena aparecen en fragmentitos que hacen el papel de cristales antiguos ó de primera consolidación. El anfibol ha formado un tejido continuo de cristales dirigidos en todos sentidos, dispuestos, con relación á la estructura de la roca, del mismo modo que las membranas de mica negra en los gneises. Los cristales de labrador y de cuarzo se hallan también en todas direcciones, y su consolidación es posterior á la de todos los demás minerales, á los cuales traban ó cuya colocación perturban. Por último, una parte de la esfena forma á modo de barniz (leucoxena) alrededor de los cristales de

hierro titanado. En las inmediaciones de la mina de hierro de Marbella abundan las anfibolitas de este tipo.

En ellas, los cristales rotos de esfena son de un pardo muy pálido; no ofrecen policroísmo ni cruceros marcados; á veces afectan la forma de huso, con las caras o^2 y $e^{1/2}$ bien aparentes; pero más comunmente se muestran en manchitas de contornos irregulares.

El anfibol, alargado según la arista *mm*, es sensiblemente policróico, mostrando color verde esmeralda según n_g, verde amarillento según n_m y amarillo verdoso pálido según n_p, pudiéndose apreciar fácilmente que el policroísmo es muy variable en una misma manchita. En las caras g^1, el eje n_g forma con la arista *mm* un ángulo de 15° próximamente.

El labrador y el cuarzo se hallan asociados: el primero lo hemos determinado mediante el ángulo máximo de extinción de dos láminas hemitrópicas según la ley de la albita en la zona simétrica de la macla y perpendicular á g^1, el cual ángulo alcanza 65°.

Esas anfibolitas pasan á otro tipo más básico, del que también hemos recogido ejemplares junto á la mina de hierro de Marbella. En él se asocia al anfibol un poco de piroxena, y á la esfena un poco de rutilo; la anortita reemplaza al labrador, y desaparece el cuarzo; pero la estructura de la roca permanece la misma. Los colores de policroísmo del anfibol también permanecen los mismos, con la diferencia, sin embargo, de que el que se muestra según n_g es verde azulado, con la circunstancia de que los granillos de esfena enclavados en el anfibol hacen que á su alrededor ese color tire al amarillo. La anortita se reconoce perfectamente por su birrefracción (0,013) y porque el ángulo máximo de extinción en la zona considerada poco há, al hablar del labrador, es de 90°. La piroxena, bastante rara, es de un pardo pálido; carece de policroísmo, y el eje n_g forma con la arista *mm*, en el plano de simetría g^1, un ángulo de 38°.

Un tercer tipo de anfibolita es el de las que con toda propiedad forman la ganga del hierro oxidulado de la mina de Marbella. Consiste en una sencilla asociación de anfibol y de hierro oxidulado, y, sin embargo, es cosa bien notable que ese anfibol se muestra decolorado y poco policróico, á pesar de lo cual es más birrefringente que el verde de los tipos precedentes, puesto que su birrefracción alcanza 0,029 á 0,03. Su extinción en el plano de simetría g^1 se verifica paralelamente á la arista h^1g^1; es muy fibroso según los cruce-

ros fáciles *mm;* la bisectriz aguda, perpendicular á h^1, es negativa, y muy grande el ángulo $2V$ de los ejes ópticos.

Anfibolitas en la dolomía.—Subiendo á Ojén, se ve que en los potentes bancos de dolomía se intercalan unas anfibolitas idénticas á las que se ofrecen en los gneises y micacitas, ó por lo menos á las del tipo más básico. De ellas, unas están compuestas casi exclusivamente de hornablenda de color verde pálido; otras contienen anfíbol, rutilo, anortita y esfena. La anortita presenta maclas según la ley de la albita y de la periclina. La esfena se presenta con un aspecto especial en cristalillos rotos incrustados en los otros elementos; pero forma también filoncillos que rellenan las fisuras de la roca.

MINERALES ORIGINADOS POR METAMORFOSIS EN LAS DOLOMÍAS.—Cerca del punto más elevado de la cuesta que se sube entre Ojén é Istán, formada por una dolomía cristalina que á trechos se deshace en polvo compuesto de romboedros primitivos, se halla una meseta de corta extensión, á la cual se le da el nombre de llanos de Juánar, donde hemos recogido ejemplares de dolomías metamorfoseadas muy notables, que recuerdan por más de un motivo la asociación mineralógica de Pargas. En ellas, en efecto, se hallan á veces en granos aislados, comprendidos en un exceso de dolomía, diversos silicatos, titanatos y aluminatos; pero es más frecuente que estos minerales constituyan un tejido tupido, á la manera que el de las anfibolitas, en el que ha desaparecido todo vestigio de carbonato.

La asociación más completa consta de pirita, hierro titanado, rutilo, esfena, pargasita, dos variedades de chondrodita (humita y clinohumita), espinela verde (pleonasto), anortita y talco (V. Lám. *N*, figs. 1 y 2); elementos que van enumerados en el orden común de su consolidación, empezando por los más antiguos. Estos últimos (pirita, hierro titanado, rutilo y esfena) son los únicos que conservan contornos cristalinos bien definidos en todos sentidos y cristales á veces rotos; todos los demás se presentan en montoncitos entretejidos.

La pirita de hierro, finísimamente granosa y en cristales indeterminables, y el hierro titanado, aparecen en granos irregulares, con frecuencia rodeados de limonita los de la primera especie y de esfena los de la segunda.

La esfena no presenta maclas, pero sí en ocasiones las caras $e^{1/2}$

y o^2. La refracción y birrefracción son, como siempre, en ella muy grandes (1), y es ligeramente policróica, dando un color pardo rosáceo según n_g y pardo verdoso según n_p. Lo más general es que se muestre en trocitos de fracturas irregulares, sin indicio de crucero fácil. Contiene inclusiones líquidas de burbuja móvil y poros con gases.

El rutilo se halla en fragmentos bastante grandes y en pequeñísimos cristales bien terminados: en los fragmentos voluminosos están bien marcados los cruceros de la zona del prisma mh^1, así como el policroísmo, que da el color amarillento parduzco según n_g (índice extraordinario), y amarillo según n_p (índice ordinario). Los cristalitos, próximamente tres veces más largos que anchos, presentan las formas m, h^1 y b^1, y con frecuencia la macla según b^1, encorvada á 114°.

La pargasita forma cristales alargados según la zona del prisma, sin apuntamiento determinado. Los cruceros fáciles mm pueden medirse con el goniómetro con aproximaciones de algunos minutos, y dan el ángulo de 124° 11′ del anfíbol. Á la lente presenta el mineral un color que varía del gris parduzco al gris rosáceo. Al microscopio los cruceros fáciles aparecen muy marcados, rectos y muy regularmente espaciados. Los prismas resultan á veces tan prolongados que llegan á ser quince á veinte veces más largos que anchos. Sus secciones transversales acusan las caras mm é indicios de la g^1. Ya las varillas de pargasita se unen entre sí paralelamente, ya se agrupan en maclas múltiples según h^1.

Las propiedades ópticas de la substancia en cuestión aparecen muy bien definidas y confirman su determinación como pargasita: el plano de los ejes ópticos se confunde con el de simetría g^1, bisector del ángulo obtuso de los cruceros mm; la bisectriz aguda positiva n_g forma un ángulo de 18 á 21 grados con la arista h^1g^1; el ángulo $2V$ de los ejes ópticos es de 58 á 60 grados; la birrefracción máxima $n_g - n_p$ de la cara g^1 alcanza 0,023; en las secciones perpendiculares á la bisectriz n_g, la birrefracción $n_m - n_p$ no pasa de 0,006, confirmando que la bisectriz es positiva y que el ángulo de los ejes no pasa de 60°; el policroísmo es sensible, aun cuando muy débil, pudiéndose apreciar un color rosáceo según n_g y griseo según n_p y n_m; y, finalmente, la refracción media, apreciada por el relieve, parece considerable,

(1) La birrefracción máxima en la esfena $n_g - n_p$ es superior á 0,12, y la ausencia general de colores debe referirse al orden elevado de las que se producen aun en placas muy delgadas; de lo cual procede el error muy corriente de que la birrefracción en dicha substancia es muy débil.

pues aunque mucho más baja que en la pleonasta, es poco inferior á la que se muestra en la chondrodita, pudiendo inferirse que difiere poco de 1,65.

Con bastante frecuencia, las inclusiones afectan la forma de cristales negativos alargados, según las aristas del prisma; pero casi siempre las borran los productos secundarios.

Las dos variedades de chondrodita que presentan las rocas de los llanos de Juánar se refieren á la humita y clino-humita de M. des Cloizeaux.

La humita está formada por una agregación de granos verdosos de fractura sacaroidea; la clino-humita se presenta del mismo modo, sino que su color es amarillo rojizo.

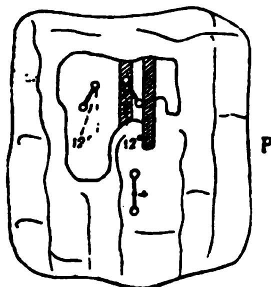
Al microscopio, la humita se muestra completamente incolora, en granos irregulares amoldados entre los minerales precedentes. Su aspecto granilloso *(chagriné)*; su birrefracción máxima muy grande ($n_g - n_p = 0,038$ á $0,041$), y sus fracturas irregulares en forma de alveolos penetrados de productos serpentínicos, recuerdan por completo las propiedades del peridoto.

En luz convergente, la bisectriz aguda es positiva; y suponiendo para el índice medio de refracción en el mineral $n_m = 1,70$, el ángulo de los ejes ópticos es $2V = 72°$.

El rasgo característico de esta substancia es mostrar con frecuencia manchitas irregulares de color amarillo de oro que, vistas al microscopio, aparecen compuestas de laminillas hemítropes. Cuando se encuentra una de esas manchas dispuesta de modo que el mineral incoloro tenga su bisectriz positiva n_g perpendicular á la sección, esta última es también perpendicular á la bisectriz aguda positiva de los cristales amarillos; sino que mientras el plano de los ejes ópticos del primero es exactamente paralelo á la cara de asociación de las láminas hemítropes del amarillo, en éste el plano de los ejes ópticos forma un ángulo de 9 á 12° con aquella misma cara de asociación. Esto supuesto, y una vez que los demás caracteres sólo permiten dudar entre el peridoto y las chondroditas, se puede afirmar que el mineral amarillo pertenece á la clino-humita tal como la ha definido M. des Cloizeaux, y asegurar que el incoloro que se le asocia coresponde á la humita. La cara, pues, de asociación de las maclas de la clino-humita debe considerarse como la p común á todos los cristales asociados, siendo las secciones perpendiculares á las bisectrices agudas n_g paralelas á g^1 en la clino-humita y á h^1 en la

humita. Resulta, por consiguiente, que el plano de los ejes ópticos es el mismo *p* en la humita, que es ortorrómbica, y que en la clinohumita, que es monoclínica, forma un ángulo de 9 á 12° con el *p*. Es, por lo demás, sabido que en la tercera variedad de chondroditas, ó chondrodita propiamente dicha, que también es monoclínica, el plano de los ejes ópticos forma con el de la repetida cara *p* un ángulo de 29°, según los Sres. des Cloizeaux y Sjögren.

Fig. 2.



Sección g^1 de la clino-humita, h^1 de la humita.

La clino-humita de las rocas de que hablamos es muy policróica: según n_p da un hermoso color amarillo de oro intenso, y otro amarillento parduzco muy pálido según n_m y n_g; resultados que están en perfecta armonía con los que M. Sjögren señala para la chondrodita de Kafveltorp. La clino-humita parece muy poco menos birrefringente que la humita.

Con esas nociones, que permiten apreciar la orientación de las secciones, es fácil comprobar que las fracturas menos irregulares manifiestan cierta tendencia á disponerse según las trazas del plano *p*, respetando, por lo general, las porciones de clino-humita, que están mucho menos resquebrajadas que las de humita.

Las inclusiones de esta última están, sobre todo, constituídas por poros con gas, en parte obliterados, sin que falten otros en forma de cristales negativos de contornos rectangulares (Lám. *M*, figs. 1 y 2).

La espinela forma granos de un verde esmeralda obscuro, visibles á la lente, á veces muy abundantes. En las placas delgadas este pleonasto aparece de un verde esmeralda claro, es cúbico y no ofrece ninguna anomalía óptica. Su principal interés consiste en el modo como sus porciones, generalmente desprovistas de contornos cristalinos, se amoldan á las varillas de pargasita y los granos irregulares de chondrodita, demostrando que, por lo menos en parte, son de consolidación posterior á la de los minerales precedentemente enumerados; á la cual circunstancia corrobora la de que la misma materia forma filoncillos que atraviesan á esos minerales. Se encuentran además algunos granillos de pleonasto aislados, incluídos en la chondrodita y pargasita. Los cruceros a^1 se muestran bien marcados, aislando paralelógramos bastante regulares.

La refracción es algo superior á la que se aprecia en la chondrodita y pargasita; pero el relieve de este mineral es muy inferior al de la esfena. Las inclusiones son en él bastante raras: entre éstas las hay líquidas con burbujas movibles.

La anortita se presenta pocas veces en los ejemplares que hemos recogido, y cuando lo hace se muestra en cristales blanco-anacarados, llenos de inclusiones de los minerales precedentes. Al microscopio se observa en ella la macla de la albita, y á veces la de la periclina. El crucero g^1 se acusa por líneas finas bien marcadas. En la zona de simetría de las maclas, las secciones perpendiculares á g^1 permiten apreciar, entre las láminas hemítropes, un ángulo máximo de extinción de 90°; según las caras *p*, el ángulo doble de extinción es de 72°; en luz convergente se percibe la huella de un eje óptico con la barra negra, dispuesta como la ha indicado M. Max Schuster. La birrefracción máxima alcanza 0,013.

El talco constituye numerosas laminillas anacaradas, á que se amoldan los demás minerales. La refracción en él es pequeña, y se distingue, así como la anortita, por un escaso relieve al lado del de los demás minerales que le rodean. La birrefracción es bastante variable y menor que en el talco de Siberia. Muestra dos ejes muy poco separados de una bisectriz negativa perpendicular al crucero fácil *p*. Hemos averiguado, mediante el procedimiento micro-químico de Behrens (alumbre de cesio), que no contiene alúmina. No es, por consiguiente, ni una mica blanca de un eje, ni una hidrotalcita, ni menos una brucita, porque ésta es positiva. Todos estos minerales, difíciles de distinguir entre sí, se han citado en las calizas cristalinas.

Quedan por mencionar algunos minerales accesorios de determinación difícil á causa de su misma escasez, y que señalamos no sin abrigar cierta duda respecto á su presencia en alguno que otro punto de nuestras rocas: nos referimos á la volastonita y la idocrasa.

La volastonita, parece formar algunos prismas prolongados según ph^1, en contacto con granos de dolomía.

La idocrasa, si es que existe, se halla en inclusiones, principalmente en la pargasita, constituyendo prismas cuadráticos, tres veces más largos que anchos. En este mineral la refracción es muy grande, y muy pequeña la birrefracción.

En resumen, los bancos metamorfoseados que se intercalan en la dolomía de los llanos de Juánar recuerdan desde muchos puntos de vista el yacimiento de Pargas y ofrecen un ejemplo de la difusión de

la chondrodita; mineral que aparece en gran número de calizas cristalinas, así como, según nuestros recientes estudios micrográficos, en muchas localidades en que no se había sospechado su presencia (Chipal en los Vosgos, etc.)

Los minerales dominantes en dichos bancos son el pleonasto, la pargasita y la chondrodita. La humita incolora abunda más que la clinohumita amarilla; pero, sin embargo, algunos de los ejemplares muestran una asociación dominante de esta última especie con la pargasita, que se muestra entonces en prismas muy largos. No insistiremos en la necesidad de comprobar por nuevos estudios la presencia del peridoto en las rocas estratiformes asociadas á los gneises: fácilmente puede confundirse con la chondrodita, y las dolomías metamorfoseadas, que acabamos de considerar, demuestran que esa última especie no se halla siempre en granos aislados en los cipolinos, sino que puede formar parte de asociaciones en que la calcita ó la dolomía han desaparecido.

Dolomia cristalífera á la entrada de Ojén.—En paraje muy próximo al puente de Ojén, marchando por el camino de Marbella á esa localidad, la dolomía se carga de minerales; pero, inversamente á lo que sucede en las del yacimiento de los llanos de Juánar, aparecen esparcidos en granos redondeados. Entre ellos hemos observado prismas bastante escasos de tremolita con bisectriz negativa, alargados según *mm;* cristales redondeados de humita incolora; octaedros verdoso-pálidos de pleonasto, y abundantes laminillas de talco.

La dolomía de Benalmádena contiene octaedros pardos, pálidos, de picotita; la que se halla al sur de Yunquera es talcífera.

CAPITULO II.

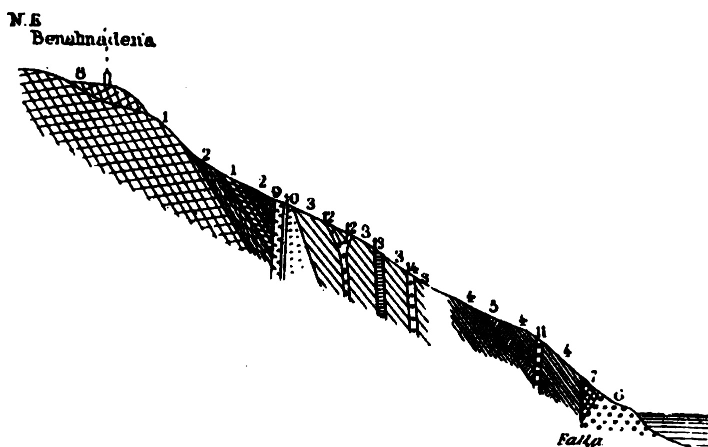
MICACITAS CRISTALÍFERAS.

ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO.

En la serrranía de Ronda se halla encima de los gneises con cordierita un conjunto de pizarras con micas negra y blanca, en las que diversos filoncillos de granulita han inyectado gran abundancia de andalucita. El Sr. Mac Pherson las ha descrito minuciosamente en su trabajo acerca de este territorio.

Entre Marbella y Benalmádena se halla un depósito de micacitas cristalíferas en la disposición que señala la fig. 3, que representa un corte trazado bajando de Benalmádena hacia Fuengirola.

Fig. 3.—Corte entre Benalmádena y Torre Blanca.



1.—Dolomía.
2.—Gneis con cordierita.
3.—Micacita cristalífera.
4.—Cambriano.
5.—Tanita.
6.—Areniscas y conglomerados rojos del permiano medio.
7.—Margas y areniscas triásicas.
8.—Brecha caliza cuaternaria.
9.—Serpentina con broncita.
10.—Filoncillos de cuarzo en la serpentina.
11.—Filón de dolomía ferrífera.
12.—Filón de granulita.
13.—Filón de diorita dirigido al NE.
14.—Filón de cuarzo con andalucita.

Si por la cuesta de Carvajal se baja de Benalmádena en dirección á Torre Blanca, bien pronto se deja la brecha caliza cuaternaria sobre que está edificada aquella villa, para entrar en una alternación de dolomía y de gneis. Córtase después un dique de serpentina rica en broncita, y atravesada por filoncillos de cuarzo, y por bajo de ese dique se desarrollan pizarras cristalíferas, dirigidas al N. 65° E. con inclinación al S. variable, pero siempre bien marcada, á las cuales atraviesan filones de granulita, otros, numerosos y delgados, de diorita, que se dirigen al NE., y vetas de ouarzo con andalucita; es decir que ese depósito pizarreño reproduce un tipo análogo al que se ofrece en las inmediaciones de Almuñécar, á lo largo de la

costa entre Motril y Vélez-Málaga. Á unos 110 metros de altitud esas pizarras toman dirección al N. 85° E., y á poco trecho se ocultan bajo las pizarras arcáicas que descienden hasta la inmediación del mar, apoyándose, á consecuencia de una falla, contra un isleo permiano y triásico.

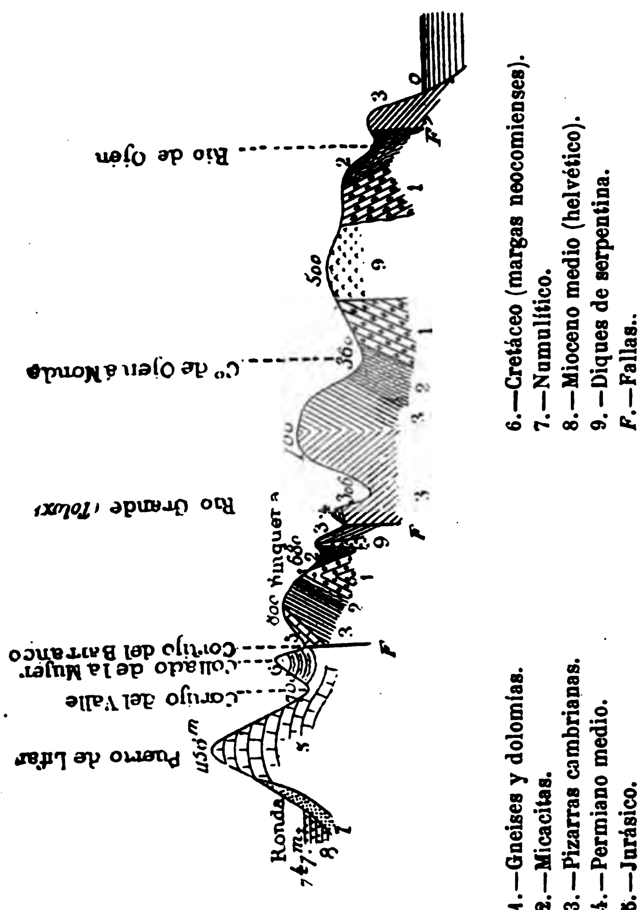


Fig. 4.

Las mismas micacitas aparecen entre Istán y Monda, constituyendo también un tránsito entre los gneises con cordierita y las pizarras micáceas arcáicas, sino que su buzamiento medio es aquí hacia el N. Forman la ladera septentrional del gran pliegue anticlinal, cuyo eje ocupan la sierra de Ojén y el collado de Juánar; pliegue que ya antes se había observado por los Sres. Orueta y Mac

Pherson, y que se une por el norte á otro sinclinal de menores dimensiones, que hace reaparezcan las pizarras cristalíferas entre Tolox y Yunquera.

Así, pues, los terrenos antiguos de la serranía de Ronda pueden representarse formando dos pliegues anticlinales separados por otro sinclinal.

El anticlinal del sur, que corre á lo largo de la costa, es con mucho el más importante, y creemos que su eje se prolonga por bajo de las aguas del Mediterráneo hasta las inmediaciones de Almuñécar, donde lo ocupan pizarras cristalíferas; pero el más antiguo de los depósitos cristalofídicos, constituido en esta región por los gneises con cordierita, únicamente aparece en la serranía de Ronda.

En cuanto al segundo pliegue anticlinal, su eje pasa por Yunquera, desaparece rápidamente hacia el nordeste, y su prolongación se oculta por bajo de la cuenca numulítica que se extiende al norte de Colmenar.

ESTUDIO PETROGRÁFICO.

Las pizarras cristalíferas que hemos recogido en la serranía de Ronda están compuestas esencialmente por cuarzo granudo, micas negra y blanca y andalucita, ofreciendo accidentalmente circón, turmalina y un poco de sillimanita. Los alrededores de Almuñécar y de Nerja son los parajes en que hemos recogido los mejores ejemplares de esta serie, en la cual pueden distinguirse dos tipos principales, ácido el uno y básico el otro.

Tipo ácido.—Á dos leguas próximamente á levante de Almuñécar, por el camino nuevo, las pizarras cristalíferas, que allí se hallan, contienen rutilo, estaurótida, distena, cuarzo, andalucita, mica negra y mica blanca; minerales que van enumerados por el orden más frecuente de su consolidación. Como elementos accesorios ofrecen apatita, granate, turmalina, clorita y grafito, y además las cortan filoncillos de cuarzo con andalucita y talco.

El rutilo se muestra en prismitas alargados, por lo general incluídos en la andalucita.

La estaurótida se halla dislocada y moldeada por cuarzo. Á veces concentra impurezas carbonosas (grafito); en otros casos aparece muy pura, relativamente. La de los ejemplares del este de Almuñé-

car forma prismas muy largos según la arista *mm;* sus secciones longitudinales son generalmente rectangulares y no acusan sino el perfil de las caras *m* ó g^1 y *p;* las transversales manifiestan las *m* y g^1; el crucero g^1 sólo se señala por hendeduras finas, visibles principalmente en las secciones transversales, y otras, numerosas é irregulares, paralelas á *p*, dividen los cristales en fragmentos, con frecuencia separados unos de otros. La refracción es mucho mayor que en la andalucita, de modo que el relieve de la estaurótida se avecina al del de la distena. El plano de los ejes ópticos es perpendicular al crucero g^1; la bisectriz aguda, positiva, paralela á la arista *mm*. Si se supone un índice de refracción media de 1,75, el ángulo de separación de los ejes ópticos no excede de 70°. La birrefracción máxima no es considerable: sólo alcanza 0,012, y aun en las estaurótidas de otras procedencias no pasa de 0,015. El policroísmo da, según n_g, un color amarillo dorado del todo semejante al de la clino-humita; amarillo pálido según n_p, y pardo amarillento pálido según n_m.

La estaurótida de Almuñécar no presenta maclas.

La distena, ya señalada por Scharemberg, es más rara que los otros minerales. Se presenta en prismas muy alargados según *mt*, y por lo regular rotos en sus extremos. Los cruceros según *m* y *t* casi están tan marcados como en las micas; pero existen además otras hendeduras interrumpidas, muy numerosas, finas y rectilíneas según *p*, siendo raro que atraviesen todo un cristal. Á la simple vista la distena es de un hermoso color azul con manchas blanco-azuladas; en las placas talladas para el estudio micrográfico, aparece completamente incolora.

Las maclas, según la cara *m*, son numerosas. Desde el punto de vista óptico es imposible distinguir en las placas delgadas la debida á rotación alrededor de la arista *mt*, de la ocasionada alrededor de la *mp:* en los dos casos, los cristales yuxtapuestos se extinguen á 0° en la zona de simetría de la macla, y, por el contrario, la extinción oscila entre un mínimo de 0 y un máximo de 30° en la zona de alargamiento *mt*. Respecto á la macla según *m*, con eje de rotación perpendicular á esa misma cara, como éste coincide con el de elasticidad n_p, no cambia la orientación del elipsoide óptico.

Las secciones según las caras *m* de la distena de Almuñécar, presentan con frecuencia una disposición zonar de las mejor marcadas, y en un mismo cristal el eje n_g forma con la arista *mt* ángulos que varían de 28 á 22°. Las zonas se suceden sin gran orden del exterior

al interior del cristal; pero, á pesar de ello, el ángulo de extinción es mayor en el centro que en la periferia.

La bisectriz aguda, negativa, es perpendicular á la cara *m*. M. des Cloizeaux asigna 1,72 para índice de refracción media, lo cual coincide bien con el relieve considerable que la distena presenta. En la de Almuñécar la separación real de los ejes ópticos es grande, pues se aproxima á 80°. La birrefracción, mucho mayor que en la estaurótida y en la andalucita, mide 0,021.

Las inclusiones líquidas de burbuja movible son muchas y grandes, mientras que en la estaurótida se reducen á poros con gas.

El cuarzo presenta una estructura granuda y es bastante rico en inclusiones pequeñas de burbuja movible.

La andalucita abunda extraordinariamente en las pizarras de la serranía de Ronda y de Almuñécar, constituyendo prismas alargados según la arista *mm*, y sin que, en general, presente sino las caras *m* y *p*. Los cruceros *m* se señalan por estrías muy finas y rectilíneas en apretada red.

La débil refracción media en la andalucita (1,64) le da un relieve intermedio entre los de los feldespatos y el del anfíbol. La birrefracción máxima (0,011) apenas es mayor que en el cuarzo. En las secciones transversales, el plano de los ejes ópticos es bisector del ángulo de los cruceros fáciles. La bisectriz aguda es negativa y perpendicular á la cara *p*, en la cual los cruceros forman ángulo recto. La separación real de los ejes ópticos llega aquí hasta 80°. El policroísmo es muy variable en una misma mancha; por lo general apenas es sensible, pero en algunos sitios se observa un hermoso color róseo claro según n_p, y blanco verdoso según n_m y n_g.

En las secciones h^1 perpendiculares á la normal óptica positiva, se observan con frecuencia anomalías que impiden que una misma mancha se extinga simultáneamente en toda su extensión, y que recuerdan ciertas extinciones del cuarzo calcedonioso. El ángulo comprendido entre las extinciones extremas no pasa de algunos grados, y los diversos individuos cristalinos son alargados y se hallan yuxtapuestos según la arista h^1g^1. Las maclas, según *m*, señaladas por M. Jeremeieff, no pueden explicar esas apariencias, porque las caras h^1 de los diferentes individuos yuxtapuestos permanecen sensiblemente paralelas.

La andalucita de las pizarras que aquí estudiamos está acribillada de inclusiones, en general obstruídas por productos secundarios opacos.

La mica negra con un eje negativo es, por lo menos en parte, de consolidación reciente; va unida á la estaurótida, moldeando ciertos cristales de ésta, así como algunos granos de cuarzo, y penetra en las grietas de la andalucita. Su disposición recuerda en gran manera la de las micas negras de las pizarras micáceas, y contiene cristalillos muy pequeños de circón, alrededor de los cuales se desarrollan aureolas policróicas de dimensiones grandes.

La mica blanca es una verdadera muscovita, puesto que presenta $2V = 40°$ alrededor de una bisectriz negativa. Sus propiedades ópticas permiten, pues, distinguirla de las laminillas de talco que se ven en los filoncillos de cuarzo con andalucita de que vamos á hablar.

Consideramos que esos filoncillos son una modificación frecuente de los de granulita al atravesar éstos las pizarras cristalíferas. Los hemos visto cerca de Almuñécar y en la cuesta de Carvajal. Contienen cristales bipiramidales trasparentes como el cuarzo gota de agua, chapetas de penina y de talco, y hierro oxidulado. La penina posee un eje negativo, y la birrefracción en ella es muy débil (0,002). En el talco la birrefracción, análoga á la que se nota en la mica blanca, es muy considerable (0,036); y sus dos ejes ópticos se aproximan mucho á una bisectriz aguda negativa; circunstancias que impiden identificarlo al talco de las dolomías.

Tipo básico.—Entre las micacitas cristalíferas aparecen zonas básicas ricas en granates y anfibol que las hacen pasar á eclogitas. Estas pizarras se desarrollan principalmente en la sierra Nevada, pero se hallan también entre Almuñécar y Nerja.

Las pizarras básicas de Nerja contienen hierro oxidulado, circón, turmalina, esfena, epidota, anfibol, granate, mica negra, cuarzo y mica blanca; minerales que van enunciados en su orden de consolidación, partiendo del más antiguo (V. Lám. *N*, fig. 2).

La epidota se presenta en cristales sueltos muy alargados según ph^1, en los cuales se marca mucho el crucero transversal. Con frecuencia aparecen rotos; mas no se les puede considerar como secundarios en la acepción ordinaria de la palabra, porque todos estos minerales son metamórficos.

El anfibol constituye manchas paralelas á la foliación, y sus cristales son muy prolongados según la arista *mm*. Las secciones transversales, de contornos poco distintos, no muestran el perfil de la cara

g^1. Las que resultan en el sentido de la zona de alargamiento se terminan en un descogimiento de las fibras longitudinales.

El plano de los ejes ópticos es el g^1, y la normal óptica n_g forma un ángulo de 13° con la arista h^1g^1. La separación real de los ejes con respecto á n_p es de 70° próximamente, suponiendo para el anfíbol un índice medio de 1,64. El policroismo, muy marcado, da un color azul marino según n_g, verde botella según n_m y amarillo verdoso pálido según n_p. El color que aparece según n_g hace pensar desde luego que se trata de una mezcla de hornablenda ordinaria con glaucófano, y la existencia de un crucero transversal muy marcado y regular, que se agrega al ordinario *mm* y que sólo se ha señalado hasta ahora en las actinotas y los glaucófanos, confirma aquella hipótesis.

Á las secciones de anfíbol las rodea una corona de hojuelas de mica negra orientadas en todos sentidos, las cuales contienen en inclusiones manchitas de hierro oxidulado y prismas de epidota alineados en el sentido de la arista *mm* del anfíbol.

CAPITULO III.

PIZARRAS ARCÁICAS Y CAMBRIANAS.

ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO.

Es muy difícil apreciar si en Andalucía existe ó no diferencia notable de estratificación entre las pizarras cristalíferas acabadas de considerar y las arcáicas y cambrianas en que aparecen las primeras rocas clásticas formadas por derrubios de las preexistentes.

Hemos pisado el contacto de esos dos sistemas en cuatro puntos diferentes, á saber: en la cuesta de Carvajal, entre Marbella y Ojén, en el camino de Istán á Monda y al norte de Yunquera.

1.° En la cuesta de Carvajal los torronteros ocultan el contacto de que tratamos. Las pizarras cristalíferas presentan una dirección media al N. 85° E., con pendiente variable hacia el S. (V. fig. 4, pág. 197). Las cambrianas se dirigen en término medio al N. 120° E., con buzamiento de 80° al SO. Se componen de pizarras arcillosas, á veces cloritosas, con intercalaciones de bancos delgados de tanita negra, y las atraviesan filones de dolomía ferrífera, arrumbados al NO.

Saliendo de Fuengirola hacia el O. se ven esas mismas pizarras más micáceas y atravesadas por filones de cuarzo y de pegmatita. Su dirección oscila entre la N. 120° E. y la N. 75° E.

2.° A la salida de Marbella para Ojén, hállase bajo el plioceno inferior un isleo estrecho de cuarcita y pizarras micáceas que en algunos sitios contienen bancos brechiformes. Las pizarras muestran algunas impresiones indeterminables que acaso sean de origen orgánico. Su contacto con los gneises de cordierita se verifica bruscamente á causa de una falla dirigida de E. á O. La fig. 1 (pág. 184) señala esta disposición.

3.° En el camino de Istán á Monda las pizarras micáceas, mucho más metamorfoseadas que las de los cortes precedentes, parece que descansan sin discordancia estratigráfica sobre las cristalíferas, ocupando el pliegue sinclinal cuyas dos pendientes se atraviesan sucesivamente marchando del uno al otro de aquellos dos pueblos.

4.° Al norte de Yunquera se ve que á la dolomía metamórfica que hemos referido al tramo de los gneises, sucede bruscamente una alternación repetida de pizarras micáceas y de una caliza negruzca muy diferente de las dolomías, y atravesada de venas blancas de calcita. El contacto parece verificarse mediante una falla: la dolomía se arrumba al N. 85° E. con inclinación hacia el N., mientras que las pizarras y las calizas negras, que se hallan delante del puerto de Las Abejas, es frecuente que señalen la dirección N.NO., con inclinación variable. Más adelante reaparece la dirección E. á O. con inclinación al N.

El corte teórico representado en la fig. 4 (pág. 197) resume esas observaciones, viéndose en él que las pizarras arcáicas y cambrianas de la serranía de Ronda forman un manto sobre la parte sur del gran pliegue anticlinal de la costa; que penetran en el golfo formado por el sinclinal que separa Ojén de Tolox, y que se apoyan sobre el flanco norte del plieguecillo anticlinal de Yunquera.

Esas diversas zonas de pizarras antiguas se siguen hacia levante y las hemos estudiado: al norte contra la falla de la estación de El Chorro; en la parte media entre Málaga, Álora y Colmenar, y en la porción meridional entre Motril y Salobreña.

1.° En la ladera meridional de la sierra de Abdalajís, el contacto de las pizarras antiguas y el terreno jurásico está, por lo común, cubierto por isleos numulíticos y del mioceno marino. Sin embargo, nos parece evidente que en la inmediación septentrional de la esta-

ción de El Chorro, á la salida del túnel núm. 12 ó del Viaducto, aquel contacto se verifica mediante una falla. Después, los túneles números 13 y 14 están practicados en las pizarras, que desaparecen más lejos por bajo de depósitos numulíticos y permianos. Según nos dijeron los ingenieros de la Comisión del Mapa geológico de España, cerca de ese paraje de El Chorro fué donde hallaron el *Nereites cambriensis*.

En esa misma estación, las pizarras, negras y muy hojosas, se dirigen de N. á S. con inclinación de 70° hacia el O.; después se doblan, y á la salida del túnel núm. 14 ó de La Pintada buzan 50° al N. En este punto encierran bancos de caliza negra con vetas blancas y otros de una leptinita granosa muy cargada de mica negra.

El buzamiento general hacia el S. del isleo pizarreño de El Chorro induce á pensar que el eje del pliegue anticlinal de Yunquera va á dar contra la gran falla que corre desde Burgo hasta un poco por delante del mismo Chorro. Ese paraje debe, pues, corresponder á la porción media de las pizarras de la serranía de Ronda y al borde norte del pliegue sinclinal que hemos señalado.

2.° La disposición de las capas en el camino de Málaga á Colmenar confirma esa hipótesis, porque en las inmediaciones de aquella capital las pizarras se inclinan por término medio hacia el N., mientras que cerca de Colmenar lo verifican, también por término medio, hacia el S. En los alrededores de Álora el buzamiento es asimismo el que conviene al pliegue sinclinal que estudiamos. Se dirige al SO.

El tipo dominante de las rocas de la región malagueña es detrítico, y consta de arcosas antiguas y brechas procedentes de la desagregación y recomposición de pizarras arcillosas. Hállanse también bancos intercalados de caliza negra con venas blancas, como los de El Chorro y del norte de Yunquera.

El aspecto metamórfico lo imprimen la presencia de pizarras micáceas y aun de inyecciones de rocas feldespáticas, principalmente en una comarca bastante extensa á 10 quilómetros á levante de Álora.

3.° Hemos ya señalado en el capítulo precedente la extensión que toma hacia levante el eje del gran pliegue anticlinal de la costa, y referido á la combadura producida por ese eje la aparición de las pizarras cristalíferas entre Almuñécar y Málaga. Si esta hipótesis se confirma, las pizarras arcáicas de Motril y de Salobreña serán la prolongación natural por levante de las de las inmediaciones de Fuengirola.

En Salobreña la dirección general de esas pizarras es al N.NE. con inclinación hacia el E.; se componen de variedades un poco básicas, que contienen granates y anfibol; las atraviesan filones de cuarzo con mica blanca (granulita abortada), y las acompañan unas calizas cristalinas negras y blancas, con frecuencia cubiertas por una brecha cuaternaria.

ESTUDIO PETROGRÁFICO.

El tipo dominante en las pizarras arcáicas y acaso cambrianas, que hemos estudiado, entra en la categoría de las cuarzosas con cimento sericitoso y cloritoso; entre las cuales se intercalan bancos de conglomerado (grauvaca) y aun de areniscas feldespáticas (arcosas antiguas). En un punto (cuesta de Carvajal) hemos visto otros de tanita negra compacta.

Es frecuente que los fenómenos de metamorfismo hayan producido la transformación de esas mencionadas rocas clásticas en pizarras micáceas con cimento de biotita, y ya hemos visto más atrás que esas pizarras micáceas pueden pasar á verdaderas leptinitas, mediante la inyección de una roca feldespática (inmediaciones de Álora).

La intercalación de bancos calizos se relaciona con la producción de pizarras anfibólicas enteramente semejantes á las córneas verdes de la meseta central de Francia.

Pizarras cuarzosas con cimento cloritoso y sericitoso.—Se componen de partículas clásticas de cuarzo, cimentadas por clorita y sericita. En ellas son raros los cristalillos de turmalina; pero abundan las agujas de rutilo, y son también frecuentes unos granillos carbonosos acompañados de hierro oxidulado y, sobre todo, de hierro oligisto.

Arcosas.—Los bancos de arcosa antigua son más raros, pero más interesantes. Están constituidos por detritus de cuarzo, de ortosa, de oligoclasa, de mica negra, de circón y de pizarras más antiguas. El cimento es clorito-sericitoso, y en él se desarrollan á veces grandes láminas de muscovita. Hemos visto bancos de esta naturaleza cerca de El Chorro, entre los túneles 14 y 15 del ferrocarril de Bobadilla á Málaga; en las inmediaciones de la venta de Santa Clara (camino de Málaga á Colmenar), y junto á Benalmádena, en la cuesta de Carvajal.

Tanitas.—En esa última localidad se hallan también tanitas compuestas casi exclusivamente de sílice compacta. Á la luz natural se ve que en ellas aparecen unas formas ovales más transparentes que el fondo de la roca, y que el todo está impregnado de calcedonia muy fina y de ópalo, y atravesado de filoncillos de calcedonia de grano más grueso.

Metamorfosis.—El metamorfismo desarrolla desde luego, en las pizarras, mica negra secundaria á expensas del cimento sericito-cloritoso, produciendo unas pizarras micáceas demasiado conocidas para que debamos insistir sobre ellas. El Sr. Mac Pherson cita la chiastolita en las de la serranía de Ronda.

Hasta ahora no se ha hecho un estudio detenido de las rocas que resultan del contacto entre las pizarras cuarzosas y los bancos de caliza intercalados en ellas, en el cual contacto ya aparece una mezcla íntima de granos de cuarzo y de cuarcita (camino de Colmenar, antes de la venta de La Herradura), ya se observa una alternación de bancos de cuarzo granudo y de calcita, desarrollándose además prismas de epidota alargados según la arista ph^1, así como otros cortos de turmalina (Almuñécar).

En ese mismo contacto se presenta á veces otro tipo más profundamente metamorfoseado (Salobreña, puente de Almuñécar), que consiste en una alternación de zonas respectivamente constituídas por pizarras micáceas con cimento de mica negra y por pizarras anfibólicas. Las micáceas muestran granos de cuarzo bipiramidales envueltos en la biotita y, como minerales accesorios, cristales de turmalina, agujas de rutilo, hierro oxidulado y cristales de estaurótida rodeados de unas coronas formadas por granos de epidota. Las zonas básicas contienen esfena, anfíbol, á veces piroxena y gran cantidad de epidota, y se asemejan mucho á ciertas córneas verdes de la meseta central de Francia.

Penetración de rocas eruptivas.—Parece que la penetración de rocas graníticas en las pizarras micáceas es aquí bastante rara, lo cual está en relación con la escasez relativa de filones de granulita y la ausencia casi completa de granitos eruptivos. Podemos, sin embargo, señalar la existencia de leptinita feldespática intercalada en las pizarras á 10 quilómetros á levante de Álora. Contiene cuarzo, oligoclasa, ortosa, mica negra y algunos granates acribillados de poros

con gas. Otras variedades pasan á leptinas anfibólicas con esfena, anfibol, labrador y cuarzo.

Junto á Tolox puede observarse el contacto entre el enorme dique de lerzolita serpentínica de la sierra Bermeja y las pizarras sericitosas arcáicas sobre que están edificadas las primeras casas de aquella villa. Á primera vista parece que esas pizarras se extienden sobre la serpentina; pero no tarda en reconocerse que la roca eruptiva ha envuelto trozos de todas dimensiones de aquéllas, desarrollando en ellos agregados de mica negra, filoncillos de crisotilo y talco.

En resumen, no habrá pasado desapercibido á quien haya leído este capítulo que en el estado actual de los estudios sobre Andalucía no es posible limitar con precisión el conjunto que hemos designado con el nombre de arcáico y cambriano. La existencia en él de rocas detríticas (conglomerados, arcosas, areniscas) lo separa de la serie anterior, exclusivamente metamórfica; pero aun cuando llegue á confirmarse que contiene fósiles cambrianos, no desaparecerá la dificultad de establecer una separación perfecta entre las pizarras cristalíferas y algunas de las micáceas. No creemos, pues, que debemos insistir en la cuestión de separar á su vez las pizarras arcáicas de las cambrianas, ni menos en la de averiguar si el sistema siluriano ó el devoniano ofrecen algún representante en la gran región pizarreña que se extiende entre Málaga y Colmenar.

PARTE SEGUNDA.

ROCAS ERUPTIVAS.

CAPITULO I.

NERITAS, LERZOLITAS Y SERPENTINAS.

ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO.

La serranía de Ronda es ciertamente una de las regiones en que las rocas antiguas, ricas en peridoto, se presentan en masas muy extensas. El Sr. Mac Pherson ha prestado un gran servicio á la ciencia con las concienzudas descripciones de algunos de los interesantes yacimientos de aquéllas, de las cuales descripciones damos un extracto sucinto en el resumen bibliográfico que va más adelante; sin perjuicio de que inmediatamente estudiemos algunas de estas rocas que, en conjunto, constituyen una vasta erupción de norita, con frecuencia rica en anortita y siempre en peridoto. La lerzolita no es sino un caso particular, y la serpentina un producto de descomposición de la norita.

Desde el punto de vista estratigráfico hay dos hechos principales que nos parece fijan, de un modo relativo, la edad de aquella erupción: la norita atraviesa en filones estrechos todas las pizarras antiguas con inclusión de las cambrianas detríticas, y en los bordes de sus diques grandes envuelve fragmentos angulosos de esas mismas pizarras; á su vez la norita aparece atravesada por algunos filones de cuarzo y de pegmatita gráfica, que nos parece representan la granulita; pero estas circunstancias ni apoyan la opinión, muchas veces emitida, de que la serpentina de la serranía de Ronda constituya depósitos estratiformes comprendidos en los terrenos cristalofídicos, ni corroboran tampoco la idea contraria de que esta roca eruptiva sea

de una edad tan reciente que ha atravesado y ejercido su influencia sobre los terrenos jurásico y cretáceo de aquel territorio.

De una manera general, la norita constituye tres diques grandes elípticos, cuyos ejes se prolongan en la dirección E.NE. (sierras Bermeja, de Mijas y de Carratraca). El eje mayor de la sierrà Bermeja sigue toscamente el del pliegue sinclinal de Tolox; las sierras de Mijas y de Carratraca parecen coincidir con los dos ejes anticlinales de la región.

Nosotros hemos cruzado numerosos filones estrechos de norita pasando á lerzolita y serpentina:

Por bajo de Benalmádena (V. fig. 3, pág. 196) un dique de serpentina con cristales gruesos de broncita atraviesa los gneises en su contacto con las pizarras de andalucita. La serpentina se halla atravesada por filoncillos de cuarzo.

En la mina de hierro de Marbella un dique de serpentina atraviesa los gneises, las anfibolitas y las dolomías del tramo cristalofídico inferior (fig. 1, pág. 184).

En los gneises con cordierita del camino de Istán á Monda aparecen numerosos filones de norita y de serpentina.

Á lo largo del río Alfraguara, dejando detrás á Tolox, muchos filones de lerzolita atraviesan á las pizarras arcáicas, con la circunstancia de que en el contacto brotan diversos manantiales ricos en sales de magnesia.

Hemos visto, por último, entre Tolox y Yunquera un dique bastante grueso de serpentina que envuelve á un macizo de dolomía cristalina.

La serpentina adquiere por descomposición coloraciones rojizas que manchan con diversos tonos á las montañas que constituye (sierra Bermeja), no siendo uno de los menores atractivos de aquella comarca, tan admirablemente pintoresca, el contraste que dichas montañas forman con las de un blanco brillante formadas por dolomías (sierra Blanca).

ESTUDIO PETROGRAFICO.

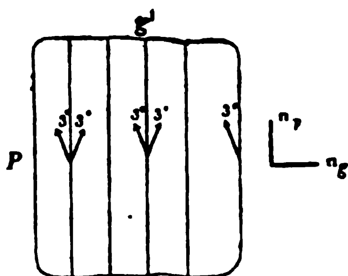
Noritas.—El tipo más completo de las noritas de la serranía de Ronda, de las cuales pueden recogerse hermosos ejemplares, principalmente en el paraje llamado Los Peñones, sobre la orilla derecha del arroyo Alfraguara, cerca de Tolox, comprende, enumerados por el orden habitual de su consolidación, los minerales siguientes: pleo-

nasto, y con más frecuencia picotita; peridoto; anortita; dialaga verde, llamada piroxena cromífera; enstatita en macla con la dialaga; broncita y mica negra (V. Lám. *L*, fig. 1, y Lám. *N*, fig. 1).

La picotita predomina con mucho sobre el pleonasto en las rocas de esta serie. Aparece en manchas irregulares pardo-obscuras, á veces en asociación con hierro cromado. Los cruceros del octaedro se marcan en ella con bastante irregularidad, y el relieve de la misma es más considerable que el del pleonasto. Se sabe, en efecto, que el índice de refracción en las espinelas varía de 1,71 (pleonasto) á 2,09 (hierro cromado). Por regla general, la picotita es bastante transparente en nuestras placas delgadas, pudiendo comprobarse en ella la ausencia de toda anomalía óptica. Es extremadamente pobre en inclusiones, hasta el punto que sólo se descubren á veces en ella algunos granillos de peridoto.

También el pleonasto se presenta en manchas irregulares, que son por transparencia de un verde botella obscuro, mucho menos transluciente que el de las dolomías metamórficas. Sus granos son demasiado pequeños y escasos para que hayamos podido comprobar si contienen mezcla de hercinita; pero su color y opacidad hacen pensar afirmativamente. Contiene algunos poros de forma octaédrica con gas, que apenas dejan pasar la luz por su centro. Las hendeduras correspondientes á los cruceros del octaedro se hallan á veces llenas de una materia negra opaca.

Fig. 5.



Sección h^1.

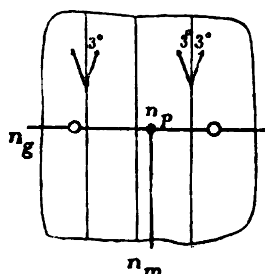
En ocasiones un mismo ejemplar muestra asociaciones del hierro cromado con la picotita, por un lado, y con el pleonasto ó la hercinita, por otro.

El peridoto se ofrece en granos verde-amarillentos perceptibles á la simple vista. Al microscopio aparece completamente incoloro, constituyendo mosáicos sin forma exterior cristalina. Sus fracturas son muy irregulares; pero algunas, más rectilíneas, parecen mostrar las caras *p* y g^1. Sobre todo la *p* se señala bien, porque sirve de cara de asociación á agrupaciones por penetración que recuerdan las de las substancias con anomalías ópticas.

En efecto, en las secciones en que la birrefracción es máxima y, por consiguiente, paralelas á $n_g n_p$ (secciones h^1, fig. 5), se ve que los granos de peridoto se agrupan en zonas próximamente paralelas entre sí y perpendiculares á la sección; zonas que son rectilíneas y dan, á uno y otro lado de la línea de unión, extinciones cuyos ángulos alcanzan hasta 3°. La traza de la cara de asociación sigue siempre la dirección negativa (n_p) de las secciones h^1.

Este hecho, muy común en todas las rocas con peridoto de la serranía de Ronda, constituye un carácter para distinguir ese elemento del de las rocas volcánicas. Puede comprobarse que la cara de asociación es efectivamente la p: en las secciones g^1 (fig. 6) perpendiculares á la normal óptica negativa n_p son bien visibles las anomalías ópticas y las sombras á modo de muaré que resultan. La traza de las caras de asociación es perpendicular al plano de los ejes ópticos g^1, y coincide con la dirección negativa de la sección (n_m). Por el contrario, en las secciones perpendiculares á la bisectriz positiva (secciones p) las anomalías ópticas desaparecen ó no se señalan sino por zonas muy anchas con extinciones rodadoras.

Fig. 6.



Sección g^1.

La birrefracción máxima es muy grande, 0,0399. El plano de los ejes ópticos es paralelo á h^1, y la bisectriz aguda, positiva, perpendicular á p. El ángulo de los ejes ópticos, muy grande también, mide 86° por lo menos.

La birrefracción $n_g - n_m$, es decir en una sección paralela á g^1, se ha hallado que es igual á 0,0211. Se tiene, pues, por diferencia que la birrefracción $n_m - n_p$ es igual á 0.0188; y suponiendo para el índice medio un valor $n_m = 1,698$ (des Cloizeaux), se obtiene:

$$n_g = 1,699; \quad n_m = 1,678; \quad n_p = 1,660.$$

El tamaño y la abundancia relativa de los granos de peridoto son muy variables; pero por lo común forman, unidos á los de anortita, una pasta granosa que llena los intervalos entre los grandes crista-

les de piroxena y de broncita, aunque realmente estos dos minerales se consolidaron después que aquéllos.

Las inclusiones son raras en el peridoto, pero puede afirmarse que contiene algunas líquidas con burbuja móvil. Más adelante hablamos de su transformación en serpentina.

También la anortita se halla en granos de terminaciones indistintas, íntimamente asociados á los de peridoto. Muestra con frecuencia las dos maclas de la albita y de la periclina. En la zona de simetría perpendicular á g^1, las extinciones, comprendidas entre las dos series de láminas hemítropes, alcanzan un ángulo de 90°.

Es frecuente que una de las series de láminas hemítropes según la ley de la albita sólo ofrezca la traza de la macla de la periclina; hecho ya señalado en los gabros de Noruega.

La anortita se distingue fácilmente por lo débil de la refracción en ella, lo cual hace que los demás minerales resalten más. La birrefracción alcanza un máximo de 0,012. Sometida durante algunas horas á la acción del ácido clorhídrico de 60°, esta anortita se transforma en sílice gelatinosa.

La dialaga presenta gran interés: es del tipo de las piroxenas llamadas cromíferas, y aparece á la lente con un bonito color verde esmeralda. Sus granos simulan al microscopio grandes cristales cuyo rasgo dominante es el de formar maclas con láminas de enstatita. En muchos de ellos se cuentan más de veinte de estas láminas. La cara de asociación es h^1 para la dialaga y g^1 para la enstatita. Puede decirse que, por término medio, las láminas de dialaga son cinco veces más gruesas que las de la otra substancia. La determinación y distinción de esos dos minerales puede basarse en sus propiedades ópticas.

En efecto, la dialaga es por transparencia de un color pardo róseo muy pálido y no es perceptible el policroísmo. Los cruceros m, muy marcados, son del tipo común en la piroxena, es decir que aparecen en trazos interrumpidos. Existen también hendeduras muy seguidas según h^1; pero se confunden con los planos de macla, y, por último, se apercibe en ciertas manchas unas estrías muy finas y continuas según g^1.

El plano de los ejes ópticos es paralelo á g^1; la bisectriz aguda, positiva, n_g forma en el ángulo obtuso ph^1 uno de 40° con la arista h^1g^1. El de los ejes es pequeño: apenas pasa de 50°.

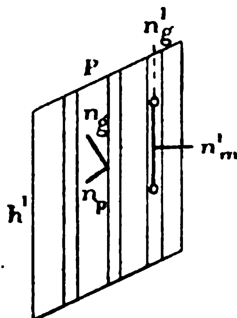
La birrefracción máxima $n_g - n_p$ alcanza 0,0251. En una sección

de la zona ph^1, exactamente perpendicular á la bisectriz aguda positiva, ha podido medirse con toda precisión la birrefracción $n_m - n_p$, que no pasa de 0,0035, lo cual confirma la separación débil de los ejes ópticos. Admitiendo para n_m un valor medio de 1,68, se tiene:

$$n_g = 1{,}7016; \quad n_m = 1{,}68; \quad n_p = 1{,}6765.$$

La enstatita en macla con la dialaga posee menos color todavía que ésta y casi el mismo índice de refracción media, de manera que, en luz natural, sus láminas no se distinguen sino por las hendeduras transversales que presenta con frecuencia y por las soluciones de continuidad que, simulando un crucero fácil, aparecen en las caras h^1 de la dialaga aplicadas sobre la g^1 de la enstatita, ó sea en la que precisamente se hallan los ejes ópticos de esta última substancia. La bisectriz aguda n_g es positiva y perpendicular á la cara p; el ángulo de los ejes, muy grande, llega á 85° próximamente; la birrefracción es débil, pues su máximo $n_g - n_p$ no pasa de 0,011.

Fig. 7.



Sección g^1 de la dialaga.

Pero, como ya hemos dicho, la dialaga y la enstatita se presentan asociadas en maclas, aplicándose la cara g^1 de esta segunda substancia sobre la h^1 de la primera. Nosotros hemos hallado ejemplos de las tres secciones siguientes, referidas á la dialaga:

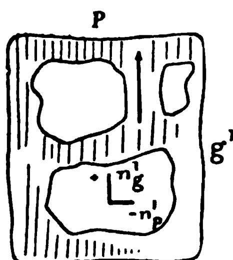
Sección g^1 (fig. 7).—Las láminas de enstatita son perpendiculares á la sección; presentan su espesor mínimo y muestran sus bordes netos y rectilíneos.

En la dialaga se ofrece el máximo de birrefracción. En placas de $0^{mm},03$ de espesor alcanza el verde de segundo orden, mientras que la enstatita, que se halla cortada según su sección h^1, permanece en el gris de primer orden. La dialaga está paralela al plano de los ejes ópticos, y la dirección positiva de la sección se extingue á 40° de la línea de las maclas. Las láminas de enstatita se extinguen según su longitud, y en luz convergente se muestran perpendiculares á su normal óptica negativa n_p. Por lo demás, el plano de los ejes ópticos de la enstatita es paralela á la línea

de macla, y puede apreciarse que el ángulo $2V$ es muy grande.

Sección h^1 (fig. 8).—Las secciones h^1 de la dialaga se extinguen según las trazas de los cruceros fáciles. En ellas se distinguen muy bien unas estrías finas paralelas á g^1 y hendeduras más gruesas é interrumpidas paralelas á m. Los colores por birrefracción alcanzan los rojos de primer orden, y en luz convergente se ve que la sección perpendicular al plano de los ejes ópticos se halla situada entre la normal óptica n_p y uno de los ejes.

Fig. 8.

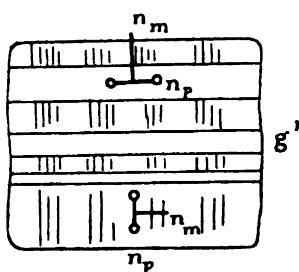


Sección h^1 de la dialaga.

Las láminas de enstatita en macla son raras, muy anchas, de bordes irregulares y como festonadas. Claramente se ve que la sección es sensiblemente paralela á su plano de unión. Presentan el máximo de birrefracción que, en placas de 0mm,03 de grueso, permanece en el amarillo anaranjado de primer orden. Su extinción se verifica simultáneamente con la de la dialaga, y son positivas paralelamente á las trazas de los cruceros fáciles de este último mineral.

Sección de la zona ph^1 *de la dialaga perpendicular á su bisectriz aguda positiva* n_g (fig. 9).—La dialaga polariza en el gris de primer orden. El plano de sus ejes ópticos es paralelo á las fisuras finas g^1.

Fig. 9.

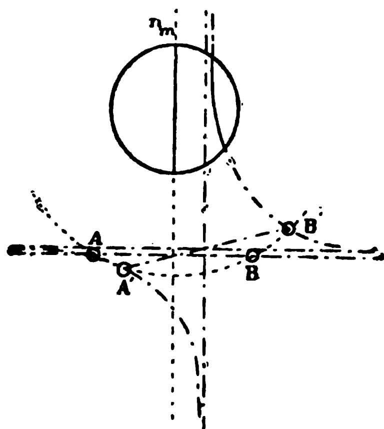


La enstatita, en láminas sensiblemente oblicuas á la sección y presentando en su borde fenómenos de superposición, muestra la traza del plano de sus ejes ópticos perpendicular al de los de la dialaga, viéndose claramente que la sección es perpendicular al plano principal de elasticidad $n'_g n'_m$ de la enstatita y que se halla situada entre la traza aguda positiva y la del eje de elasticidad media.

La sección es efectivamente perpendicular á un plano de elasticidad principal, porque la barra negra, una vez en línea recta, pasa por el centro del campo de observación, y la misma sección está situada entre n'_m y n'_g, porque si por medio de una ligera rotación se hace que se encorve la barra negra, puede comprobarse que el plano de los ejes ópticos le es perpendicular (fig. 10).

Todas estas observaciones demuestran que la enstatita forma macla con la dialaga, de modo que la cara h^1 de este mineral se aplica sobre la g^1 del primero, al mismo tiempo que la cara h^1 de la enstatita es paralela á la g^1 de la dialaga.

Fig. 10.



La broncita se ofrece en cristales de bastante tamaño que, aun cuando dan á la roca un carácter porfiroide, son, lo mismo que sucede con los grandes en el granito, de consolidación posterior á la de los elementos granosos que los envuelven. Tienen un color pardo, y el crucero perfecto g^1 ofrece reflejos bronceados que recuerdan los de los minerales micáceos. Al microscopio, las trazas de ese crucero perfecto aparecen espaciadas con regularidad y muy rectas. Este mineral contiene laminillas finas de otro en que la refracción es mucho menor y la birrefracción mucho mayor que en él.

Los cruceros *m* se marcan á veces bien en las secciones *p*, representados por hendeduras mucho más gruesas y mucho más interrumpidas que las del g^1, el cual es paralelo al plano de los ejes ópticos. La bisectriz aguda es positiva (n_g); el ángulo de los ejes ópticos, que estimamos en 85°, muy grande. La birrefracción máxima alcanza 0,0117.

En las secciones h^1 de la broncita, las laminillas del otro mineral más birrefringente, que con ella se asocia en maclas según g^1, se extinguen sensiblemente á 45° de la traza g^1, y la birrefracción alcanza un máximo que seguramente pasa de 0,025; en las secciones *p* aparecen menos birrefringentes, y su extinción es también menos oblicua, y en las secciones g^1 pasan desapercibidas á causa de su extrema delgadez.

Esta condición impide estudiar más á fondo las propiedades ópticas de las mismas láminas. Hemos atacado por ácido clorhídrico diversas placas de norita, y hemos deducido que el peridoto y la anor-

tita se transforman en sílice gelatinosa; que las maclas de dialaga y de broncita permanecen intactas, y, finalmente, que la misma broncita queda sin alteración, mientras que la mayor parte de las laminillas birrefringentes que se le asocian en maclas se transforman en una materia amorfa.

Esas propiedades hacen pensar en el talco; pero esta hipótesis no concuerda bien con las extinciones muy oblicuas de la substancia de que se trata en las secciones p y h^1 de la broncita.

Los cristales de este último mineral muestran con frecuencia indicios de haber estado sometidos á considerables fuerzas mecánicas; los cruceros g^1 se hallan encorvados á la manera de los de las substancias micáceas elásticas.

La mica negra aparece en laminitas pequeñas pardas, policróicas, muy delgadas, de contornos irregulares, por lo común asociadas á la dialaga. Son un producto secundario que se ha señalado muchas veces en estas condiciones de yacimiento.

Todas las variedades de noritas y lerzolitas de la serranía de Ronda se agrupan alrededor del tipo acabado de describir, que es el más completo, derivándose de éste por la disminución ó ausencia de uno de sus elementos principales, peridoto, dialaga, broncita ó anortita.

Las variedades ricas en peridoto son de un verde pálido; aquéllas en que predomina la dialaga toman una hermosa coloración de esmeralda, y, en fin, las más comunes son parduzcas y deben su color á la abundancia de broncita.

Serpentinas.—La descomposición de las rocas precedentes da por producto la serpentina. Ya tiene dicho el Sr. Mac Pherson que ha recogido en muchos puntos ejemplares de tránsito que impiden poner en duda el origen secundario de esta roca, y nosotros mismos hemos comprobado la exactitud de ese aserto en el collado de La Mujer, entre la casa La Sepultura y Tolox, sobre la orilla derecha del río Alfraguara y en otros muchos parajes.

Los diversos estados que hemos podido apreciar en esa descomposición son los siguientes: permaneciendo intactas la espinela y la broncita, se ensanchan las hendeduras del peridoto y la piroxena, constituyendo las del primero de estos minerales alveolos irregulares, generalmente redondeados, mientras que las de la piroxena son

planas y siguen la dirección de los cuatro cruceros principales m; m, g^1, h^1. Estas hendeduras se llenan de productos serpentínicos, coloides unos y compuestos otros de fibras birrefringentes, que pronto vamos á estudiar.

La broncita puede hallarse muy alterada; pero entonces se transforma en talco, de la cual epigénesis hemos visto hermosos ejemplares en el dique de serpentina de la mina de Marbella y á lo largo del río Alfraguara.

Cuando la descomposición es más profunda, es frecuente que la broncita pase por epigénesis á bastita: las serpentinas del collado de La Mujer nos han ofrecido ejemplos interesantes de esa transformación. Las secciones muestran un color verdoso uniforme, y resultan muy finamente fibrosas, paralelamente á la arista h^1g^1. La sección p, perpendicular á la normal óptica positiva n_g, es la más característica: en ella el plano de los ejes ópticos es perpendicular á la dirección del crucero fácil g^1. La bisectriz aguda, perpendicular á g^1, parece siempre negativa; pero el ángulo de los ejes ópticos es muy variable. La birrefracción varía también mucho, y su mínimo tiene un valor igual que en la enstatita. No se percibe policroísmo. En fin, en g^1 se extienden, paralelamente á la arista h^1g^1, láminas alargadas de hierro oligisto.

El resto de la roca está compuesto de celdillas llenas de una materia compuesta de fibras negativas débilmente birrefringentes (máximo, 0,009). En sitios puede apreciarse la existencia de dos ejes ópticos en un plano paralelo á la prolongación de las fibras, cuya bisectriz aguda positiva les es perpendicular.

Otra substancia fibrosa, mucho más birrefringente, se ofrece en filoncillos que atraviesan á la precedente: sus fibras son siempre positivas en el sentido de la longitud, y la birrefracción en ellas pasa de 0,03.

En resumen, en la descomposición de las noritas y lerzolitas quedan siempre intactas las espinelas, y con frecuencia también la broncita; pero tanto el peridoto como la dialaga se transforman en productos serpentínicos, ya coloides, ya débilmente birrefringentes y de fibras negativas, ya de fibras positivas y muy birrefringentes.

Algunos de los ejemplares de norita recogidos en la serpentina del collado de La Mujer contienen granos de anortita, la mayor parte de los cuales están penetrados y rodeados por venillas de clorita de un verde esmeralda pálido, sin que hayamos notado que se

produzca ninguna transformación en calcita. La clorita pertenece á las variedades muy poco birrefringentes, pero dotadas de gran dispersión, y polariza en un azul índigo intenso, que forma parte de las tintas grises del primer orden de Newton.

M. Nogués ha tenido la amabilidad de poner á nuestra disposición una serie de rocas similares recogidas en la sierra de Peñaflor, cerca de Sevilla, donde atraviesan también pizarras arcáicas y cambrianas, y es, en efecto, muy interesante compararla con la más básica de la serranía de Ronda. El tipo dominante en esa serie de la sierra de Peñaflor, esencialmente constituída por gabros y diabasas de estructura ofítica, es rico en anortita, augita y hierro titanado, y muy pobre en peridoto. La transformación secundaria de la piroxena desarrolla en él los fenómenos de uralización (anfíbol). La mica negra, la epidota, la calcita y la clorita pasan asimismo por epigénesis al elemento bisilicatado. Finalmente, hemos comprobado en las calizas metamórficas de la repetida sierra, que nos parecen un poco más modernas que las de la serranía de Ronda, el desarrollo de esfena, rutilo, mica parda, anfíbol, labrador y clorita, y á veces el de una hermosa vernerita con secciones *mp* de un eje óptico negativo. La birrefracción no pasa en este último mineral de 0,014, es decir de la que tiene lugar en el difiro.

Fenómenos de contacto de las noritas y serpentinas con los gneises y pizarras que atraviesan.—Mucho nos sorprendió lo débil de la metamorfosis de contacto desarrollado á la inmediación de las noritas, aunque debemos señalar que en los gneises limítrofes, principalmente en los de las inmediaciones de la casa La Sepultura, es frecuente el granate.

En el contacto de los filones de la misma roca que atraviesan los gneises entre Istán y Monda, recogimos algunos ejemplares de una leptinita que contiene cuarzo, oligoclasa y labrador granosos; alguna, aunque escasa, mica negra, y un mineral rómbico que, con un crucero fácil paralelo al plano de los ejes, se desarrolla en granos desiguales, constituyendo cristales polisintéticos posteriores á todos los demás elementos de la roca. En ese mineral, el alargamiento, bien marcado, es paralelo al crucero fácil; la bisectriz aguda negativa perpendicular á ese alargamiento; la separación de los ejes no pasa de 50°; el color es parduzco; la refracción muy marcada; el policroismo

perceptible; la birrefracción alcanza 0,015; tanto las secciones transversales como las longitudinales son próximamente rectangulares. Todo, pues, parece indicar que se trata de un mineral rómbico de la familia de la hiperstena, aunque á la verdad la refracción y birrefracción aparecen un poco fuertes en dicha substancia.

CAPITULO II.

DIORITAS.

En las inmediaciones de Málaga y de Benalmádena se hallan numerosos filones estrechos de diorita que, dirigidos por regla general al N.NE., cortan indistintamente á pizarras cristalofídicas, arcáicas y cambrianas.

Aunque nos inclinamos á creer que la serpentina es anterior á esos filones, no hay ciertamente ningún hecho que aducir para afirmarlo asi, y únicamente podemos asegurar que la granulita les es posterior, pues hemos visto con toda claridad que á uno de los que se ofrecen en las cercanías de Benalmádena lo corta otro de esa última substancia.

El tipo de estas rocas es el de unas dioritas que á veces toman cierta tendencia á pasar á porfiritas. Las más básicas, recogidas en la cuesta de Carvajal, cerca de Benalmádena y en el camino de Colmenar, al norte de la venta del Boticario, presentan la asociación siguiente:

Cristales de primera consolidación: esfena de un pardo muy pálido, en cristalillos rotos; anortita con maclas de la albita y de la periclina.

Cristales de segunda consolidación: labrador en cristales alargados según pg^1, los cuales presentan las maclas de la albita y á veces las de Baveno; hornablenda verde en prismas alargados según la arista *mm*.

Otras variedades son andesíticas, y las hay también (hacienda de la Concepción, cerca de Málaga) que contienen ortosa y cuarzo que creemos secundario.

CAPÍTULO III.

GRANULITA.

El Sr. Mac Pherson ha descrito magistralmente las hermosas granulitas con turmalina y granate que se encuentran en Las Chapas de Marbella.

Todo el conjunto de gneises con cordierita que nosotros hemos estudiado más arriba, se muestra asimismo atravesado por numerosos filoncillos de granulita que, cuando penetran paralelamente á los planos pizarreños, es frecuente hayan determinado la formación de zonas de gneis granulítico. En las inmediaciones de Benalmádena, de la casa La Sepultura y del puerto Blanco son frecuentes estos gneises: en ellos abunda la mica blanca, una parte de la cual pasa por epigénesis á negra de consolidación antigua.

Ya hemos descrito más atrás los filoncillos de cuarzo con andalucita, talco y clorita que atraviesan á las pizarras cristalíferas: á veces contienen feldespato, y la roca se transforma en pegmatita. Nos parece, pues, bien probado que estos filones son la prolongación en las pizarras cristalíferas de los de granulita de la región. Recordaremos también que la granulita es posterior á las diorita y serpentina, y que ya hemos citado las localidades en que los filones de la primera de estas substancias cortan á las otras.

La constitución de las granulitas de la serranía de Ronda puede resumirse así:

Elementos de primera consolidación: mica negra, oligoclasa, ortosa.

Elementos de segunda consolidación: cuarzo granulítico, mica blanca.

Minerales accesorios: turmalina, granate, andalucita.

CAPITULO IV.

MELAFIROS (ESPILITAS), PORFIRITAS Y DIABASAS DE ESTRUCTURA OFÍTICA.

ESTUDIO ESTRATIGRÁFICO.

La erupción triásica que se extiende desde Gobantes hasta más allá de Antequera, produjo numerosos derrames de rocas de estructura ofítica, que se presentan ya en forma de estrechos regueros, ya en prominencias redondas.

Hemos estudiado personalmente el yacimiento de Valdelosyesos, entre Gobantes y Bobadilla, y debemos á los Sres. Marcel Bertrand y Kilian una numerosa colección de rocas de esta serie que recogieron en los alrededores de Antequera y de Loja.

El yacimiento estratigráfico de esta serie ofítica hace que sus rocas deban considerarse triásicas y correspondientes á una erupción que debió verificarse durante el período de las margas irisadas.

ESTUDIO PETROGRÁFICO.

Aun cuando presentan entre sí todos los tránsitos imaginables, cabe distinguir en las referidas rocas tres distintas categorías: la de las diabasas, la de las porfiritas y la de los melafiros (espilitas).

Diabasas.—Los dos elementos dominantes en toda la serie de las diabasas son un feldespato triclínico, alargado según la arista pg^1, y la augita que, en manchas grandes, se amolda á dicho feldespato. En éste domina, ya el labrador, ya el oligoclasa. Además hay siempre hierro titanado rodeado de esfena secundaria.

Por regla general, la piroxena ha sufrido una transformación secundaria, pasando por epigénesis á anfíbol, clorita, epidota y calcita.

Todos estos fenómenos se han descrito multitud de veces, y, por consiguiente, no insistiremos en esta serie, que recuerda por completo la de las ofitas de los Pirineos.

Las variedades andesíticas presentan en algunas ocasiones cuarzo granoso secundario.

En las variedades labradóricas, la piroxena se transforma á veces en mica negra.

Las diabasas labradóricas dominan en Valdelosyesos, cerca de Gobantes; en el cortijo de Las Perdices, junto á Antequera, y enfrente del peñón de Los Enamorados. Las andesíticas se ofrecen en jurisdicción de Priego, cerca de Carcabuey (Córdoba), y en la sierra Elvira (Granada).

Porfiritas.—El tránsito de las diabasas á las porfiritas se verifica mediante la disminución del tamaño de los cristales de feldespato, que se reducen á verdaderos microlitos alargados según pg^1; por la fractura de los cristales grandes de piroxena, y, en fin, por la aparición de una pasta vítrea amorfa.

El hierro oxidulado y el titanado se desarrollan en estas rocas en dendritas muy finas y, sobre todo, de segunda consolidación.

En ocasiones presentan nuestras porfiritas oquedades llenas principalmente de calcedonia y de clorita.

Es notable que en las bien caracterizadas sea rara la piroxena bien desarrollada.

Los elementos de este bisilicato parecen constituir una pasta excesivamente vítrea, á la que un enfriamiento brusco hubiera impedido resolverse en individuos.

Los microlitos de feldespato son, ya de oligoclasa, ya de labrador.

Las porfiritas andesíticas dominan en el cerro de Antequera, y entre Villanueva del Trabuco y Las Salinas al sudoeste de Loja, donde, por otra parte, aparecen asociadas á verdaderas diabasas ofíticas. Las labradóricas se hallan en la venta de Las Bragas, al norte de Iznalloz.

Melafiros (espilitas).—Las porfiritas precedentes admiten á veces peridoto entre sus cristales de primera consolidación; peridoto que, por lo común, pasa en parte por epigénesis á hierro oligisto.

Cuando todavía pueden reconocerse los microlitos de feldespato, éstos presentan las extinciones del labrador, y ofrecen las maclas según la ley de la albita, y en ocasiones también las de Baveno.

El hierro oligisto abunda siempre en estas rocas; y como además es lo más frecuente que muestren oquedades llenas de clorita, de calcita ó de calcedonia, resulta que son unas verdaderas espilitas análogas á las de Los Alpes.

Se han encontrado en el arroyo de Antequera, en contacto con dolomías, y respectivamente á levante y poniente de esa ciudad en Villacarretera y en la sierra de Villanueva del Rosario, y nosotros hemos hallado además trozos no rodados en el rincón de la Victoria, cerca de Torre del Mar.

Presencia de glaucófano en los productos de uralización.—El único hecho nuevo que nos ha ofrecido toda nuestra serie de diabasas y porfiritas, ha sido la presencia de glaucófano bien caracterizado entre los productos de uralización de la piroxena.

Una porfirita andesítica del cerrejón de Antequera y una diabasa, andesítica también, del de Las Perdices, muestran cristalillos secundarios de glaucófano con el policroismo que da color azul marino en la dirección n_g, azul violáceo en la n_m y amarillo verdoso en la n_p.

Es probable que una parte de la augita primordial se haya asociado por isomorfismo á la acmita que ha suministrado el elemento sodífero necesario para la formación del glaucófono.

CAPITULO V.

M. Kilian ha reconocido la existencia en el lías superior de Montillana de una erupción, con porfiritas andesíticas y diabasas labradóricas de estructura ofítica, idéntica á la triásica.

Es notable el que, al menos que nosotros sepamos, ni en la serie triásica ni en la liásica la piroxena no pasa nunca á la dialaga; tránsito que, como es sabido, se verifica con frecuencia en la erupción similar de los Pirineos.

PARTE TERCERA.

TERRENOS SEDIMENTARIOS POSTERIORES AL CAMBRIANO.

Basta un vistazo sobre el mapa que acompaña á este estudio para apreciar que en la serranía de Ronda ocupan poca extensión todos los terrenos sedimentarios que no correspondan al arcáico, al cambriano y al numulítico.

La serie paleozóica, prescindiendo ya del cambriano, de que nos hemos ocupado más arriba, no tiene otros representantes que el permiano, ó por lo menos no nos parece que existen en esa región, y tanto ese terreno como el triásico sólo se encuentran en isleos reducidos, dispuestos, por lo general, á lo largo de determinadas fallas.

Los terrenos jurásico y cretáceo forman una zona grande, dirigida de NE. á SO.

Los depósitos numulíticos cubren, con independencia de todos los demás sistemas, una superficie bastante extensa.

El terreno mioceno sólo aparece al norte y al noroeste de la serranía, y, en fin, los depósitos pliocenos se hallan acantonados á lo largo de las costas del Mediterráneo.

Vamos á estudiar cada uno de esos terrenos; á indicar sus relaciones con los que les preceden, y á exponer la sucesión de los fenómenos que han dado á la comarca á que nos referimos su constitución y relieve actuales.

CAPITULO I.

TERRENO PERMIANO.

Durante mucho tiempo se ha puesto en duda la existencia del terreno permiano en España. La carencia de fósiles en los depósitos que lo representan, explica la repugnancia de los diferentes geólogos que los han estudiado á comprender en él el conjunto de areniscas

rojas del país. El mismo Verneuil (1) sólo admitía provisionalmente la presencia de este terreno en el sur de España, aun en vista de los trabajos de Ansted respecto de Málaga (2) y de M. Jacquot acerca de la serranía de Cuenca (3).

Esa falta absoluta de fósiles nos hubiera hecho dudar también á nosotros si antes no hubiéramos tenido muchas ocasiones de estudiar el permiano, tanto en Francia como en Sajonia, deduciendo de nuestras observaciones que ciertas areniscas y conglomerados rojos son característicos del tramo medio de aquel terreno. Su coloración roja muy intensa; la naturaleza de sus elementos, en general poco rodados y procedentes casi siempre de las rocas inmediatas, distingue á esos depósitos de la arenisca abigarrada, cuyos elementos han rodado más, y consisten, por lo común, en cantos blancos de cuarzo lechoso, que son los que han podido resistir un largo arrastre por las aguas.

Además, viene en apoyo de la distinción que hacemos en el conjunto sabuloso de Andalucía la discordancia que existe entre el depósito que consideramos permiano y las areniscas claramentre triásicas que lo cubren.

Creemos que en la región que hemos explorado falta el tramo inferior del referido terreno, y que siempre es el medio el que hemos visto descansar directamente y en estratificación discordante sobre las pizarras antiguas.

He aquí los hechos que hemos observado:

En Tolox y Yunquera se halla un isleo permiano antes de la bajada al río Grande: descansa sobre pizarras cambrianas fuertemente inclinadas al S., mientras que, por el contrario, sus capas buzan al N. Un corte en ese conjunto da de arriba abajo:

1.° Areniscas rojas, micáceas, finas;

2.° Conglomerados de elementos angulosos (pizarras, cuarcitas, areniscas);

3.° Areniscas verdes finas y micáceas.

(1) *Explication sommaire de la carte géologique de l'Espagne*, 2e édition, 1869.

(2) *On the geology of Malaga and the southern part of Andalusia. (Journal of the Geolog. Society*, 1857, pág. 585.)

(3) *Esquisse géologique de la serranía de Cuenca. (Ann. des Mines*, 6e série, tomo IX, pág. 391.)

Si se desciende hacia el río Grande, se ven, siguiendo los asomos del permiano, que cada vez buzan más hacia el N., hasta que terminan en una falla que limita el isleo.

Siempre que hemos tropezado con el permiano, lo hemos visto compuesto de ese modo, conduciéndonos precisamente esas areniscas y conglomerados á admitirlo como tal. Entre Málaga y Colmenar el jurásico cubre en estratificación discordante á las areniscas rojas micáceas. También se las encuentra entre Benalmádena y Marbella (V. fig. 4, pág. 197).

En las inmediaciones de Málaga hemos reconocido la exactitud del corte dado por Ansted.

Es de notar que el tramo medio del terreno permiano se muestra en una región en que no aparece ningún otro término de la serie paleozóica, mientras que, por el contrario, se observa que lo más frecuente es que le cubra el terreno triásico, pero en estratificación discordante. Éste es un hecho general apreciado en muchas comarcas, que explica el error que han cometido los autores que comprenden en el trías á las areniscas rojas. Realmente estas areniscas corresponden por su flora y por su fauna á los terrenos paleozóicos, aun cuando parezca que su distribución geográfica y sus caracteres petrológicos los refieren al trías.

CAPITULO II.

TERRENO TRIÁSICO.

Según acabamos de ver, las areniscas abigarradas se hallan en discordancia estratigráfica con las areniscas y conglomerados permianos. Las capas más bajas de las abigarradas están constituídas por areniscas violáceas pálidas y por pudingas de cantos de cuarzo blanco.

Hay dos puntos (Valdelosyesos y cercanías del túnel núm. 8, en el ferrocarril de Bobadilla á Málaga) en que parece que unos bancos de caliza dolomítica, que allí existen, ocupan la base de las margas irisadas; pero no podemos afirmar que, en efecto, representen el muschelkalk, porque no nos ha sido posible trazar un corte bastante completo que nos diera la seguridad de que se apoyen sobre las areniscas abigarradas.

Las margas irisadas contienen yesos blancos, negros y rojos á la inmediación de los niveles por donde se ha extendido la ofita.

Probablemente, á causa de existir un pliegue anticlinal, se ve que, en medio de las margas irisadas yesíferas de Valdelosyesos, aparece, en estratificación casi vertical, una caliza negra veteada de blanco. En otra caliza análoga que asoma cerca del mencionado túnel número 8, los Sres. Bertrand y Kilian recogieron ejemplares de *Myophoria vestita*, Alb., característica del keuper.

El trías, y también el permiano, debieron abarcar una gran extensión en el sur de España: si en la actualidad sólo se muestran en algunos isleos pequeños, esparcidos acá y allá, es porque las enormes corrosiones que han asurcado toda la serranía de Ronda barrieron la mayor parte de esos depósitos, dejando sólo algunos testigos que, por la posición que ocupan, demuestran que cuando aquéllos se constituyeron cubrieron efectivamente casi toda la comarca.

La discordancia de estratificación que hemos señalado entre el trías y el permiano, indica que al fin de esta última época recomenzó un movimiento del suelo, y que éste continuó después de la triásica lo comprueba el hecho de que, cerca de Colmenares, la caliza jurásica blanca descansa directamente en estratificación discordante sobre las areniscas rojas permianas.

CAPITULO III.

TERRENO JURÁSICO.

No diremos si los terrenos triásico y jurásico se hallan ó no en concordancia estratigráfica, porque sólo hemos visto su contacto á la inmediación del túnel núm. 8 del ferrocarril de Bobadilla á Málaga, y en ese paraje son tales los movimientos de compresión sufridos por las capas, y tales los pliegues que éstas presentan, que allí no es fácil resolver el asunto.

En la porción de la serranía de Ronda en que hemos atravesado depósitos jurásicos, nos ha sido imposible, por falta de fósiles en ellos, reconocer á qué niveles geológicos puedan corresponder; y así es que, sólo por comparación con el corte que suministra el ferrocarril entre Gobantes y El Chorro, atribuímos á la parte superior del sistema y al titónico las capas que constituyen los materiales más elevados de la faja caliza que, formando continuación á la sierra de Antequera, se dobla hacia el SO. y avanza hasta cerca de Gibraltar.

En el cortijo del Valle hemos reconocido unas calizas cristalinas

blancas descansando sobre otras margosas grises: las primeras pudieran corresponder al titónico; las segundas al jurásico superior. Este conjunto forma un pliegue anticlinal, cuya cumbre se corresponde con el puerto de Lífar, siendo fácil reconocer, dada la disposición de las capas (V. fig. 4, pág. 197), que toda la comarca comprendida entre los puertos del Faro y de Lífar forma un gran pliegue sinclinal ocupado por el terreno cretáceo. La rama meridional de ese pliegue no se muestra sino en un espacio muy estrecho cortado en escarpa por una gran falla que, dirigida de NE. á SO., limita la zona jurásica.

Si en la serranía de Ronda existen los niveles del jurásico inferior que se hallan más á levante, será preciso buscarlos hacia los bordes de la zona que forma el pliegue sinclinal de que se acaba de hablar, una vez que su eje está constituído por el jurásico superior y el titónico.

CAPITULO IV.

TERRENO CRETÁCEO.

Unas margas róseas y blancas, acertadamente referidas en 1875 al tramo neocomiense por el Sr. Orueta, son el único representante del terreno cretáceo en la serranía de Ronda. Nosotros no encontramos en ellas ningún fósil; pero hacia la parte de Antequera suministraron á los Sres. Bertrand y Kilian una fauna francamente neocomiense.

Dicho tramo forma una faja que, siguiendo la dirección de la gran cadena jurásica, se muestra muy plegada y con señales de haber sufrido compresiones muy enérgicas. En el puerto del Faro sus capas se inclinan hacia el N., y al S., por el contrario, en la subida hacia el collado de La Mujer, es decir, que forman un pliegue sinclinal con el mismo arrumbamiento que el de la caliza jurásica, sino que las plegaduras secundarias son en aquéllas mucho más numerosas.

Probable es que los grandes movimientos que plegaron y levantaron las capas jurásicas y cretáceas, se verificasen al constituirse la falla que limita de NE. á SO. la faja jurásica; pero no puede precisarse el período circunscrito en que esos fenómenos ocurrieron, teniéndonos que limitar á indicar que fueron posteriores al neocomiense, según se deduce de lo que acabamos de exponer, y anteriores al numulítico.

CAPITULO V.

TERRENO NUMULÍTICO.

Hemos dicho que durante la época cretácea no se depositaron en la serranía de Ronda más sedimentos que los de las referidas margas neocomienses; pero en cambio en el transcurso del período numulítico el mar penetró por todas partes en esa región, según un gran número de golfos formados, ya por los pliegues sinclinales del suelo, ya por los valles ocasionados por las fallas en él producidas. Á consecuencia de ese descenso, el territorio del valle del Guadalquivir comunicaba libremente con la llanura de Málaga, y nuestra serranía formaba una isla, ó acaso una península del continente africano, cuyos contornos pudieran seguirse en una carta geológica general.

He aquí lo que nosotros hemos podido observar en la comarca de nuestro estudio:

Sobre el borde del Mediterráneo aparecen en Estepona, con espesor que no hemos podido precisar, unas areniscas amarillas con fragmentos de dientes y de escamas de peces, cubiertas por arenas pliocenas, margas y areniscas, y por bajo de estas mismas arenas asoman, á lo largo del camino que va á Marbella, margas y areniscas que sin duda corresponden al nivel geológico de las de Estepona.

Más á levante se muestran, encima de las pizarras que hemos referido al cambriano, areniscas amarillentas y rojizas pertenecientes también al terreno numulítico.

Estos depósitos forman la extremidad de un manchón que, procedente del nordeste, sigue la gran faja de terrenos secundarios de que ya hemos hablado; es decir que el mar numulítico penetró en el interior de la serranía de Ronda por un extenso valle que se correspondiese con la gran falla que, como llevamos repetido, limita de NE. á SO. esa faja de terrenos secundarios; falla cuyos bordes tendieron á juntarse después del mismo período numulítico, y de ahí que hoy aparezcan en contacto anormal los materiales de esa edad con las margas róseas y blancas neocomienses.

Tanto en la bajada del puerto de Lífar como en toda la cuenca de Ronda, la serie numulítica que aparece es la siguiente: en la base, y en estratificación discordante con calizas jurásicas, se hallan areniscas amarillas; cubren á éstas unas margas rojas y verdes, y apare-

cen, por último, calizas blancas con alveolinas. Todas esas hiladas penetran en las numerosas anfractuosidades que presentan los depósitos jurásicos, los cuales forman á veces escarpas abruptas á cuyo pie se extiende la serie de capas numulíticas. En los alrededores de Ronda, éstas se muestran con bastante inclinación al O., sustentando hiladas próximamente horizontales correspondientes al mioceno medio.

La serie numulítica que nosotros hemos reconocido en la cuenca de Ronda y en la costa del Mediterráneo, es idéntica á la observada por los Sres. Bertrand y Kilian en los alrededores de Málaga, la cual, según los fósiles recogidos en ella por nuestros compañeros, debe referirse al eoceno medio.

La discordancia de estratificación, que hace un momento hemos señalado entre los depósitos numulíticos y miocenos, indica un movimiento del suelo acaecido entre los dos periodos en que aquéllos se constituyeron; movimiento que es de un interés particular desde el punto de vista geológico, una vez que á él se debe, sin duda, el retroceso del mar en toda la porción meridional de Andalucía.

CAPITULO VI.

TERRENO MIOCENO.

Á la elevación del suelo ocurrida al fin del periodo numulítico, sucedió un nuevo descenso durante el helvético; sino que entonces, mientras que el mar mioceno penetraba en España por el valle del Guadalquivir y asomaba en los diferentes golfos donde anteriormente se depositaron las areniscas y margas numulíticas, la porción meridional de Andalucía permaneció en seco.

Los sedimentos miocenos que rodean la parte septentrional de nuestra serranía, contienen una fauna helvética. De Verneuil recogió en la planicie de Ronda algunos fósiles que se conservan en la Escuela de Minas y que M. Douvillé ha tenido la bondad de mostrarnos; entre ellos hemos reconocido:

Pecten Rollei, Hörn.,
— *præscabriusculus*, var. *Talarensis*, Kilian,
— *Reussi*, Hörn.

Esas mismas especies las han encontrado los Sres. Bertrand y Kilian en el helvético de la parte septentrional de la provincia de Málaga, y además el aspecto litológico de los depósitos es el mismo en Ronda que en Alhama: el tajo de Ronda es un corte en un conglomerado de más de 200 metros de espesor, semejante á los helvéticos de Alhama, y por bajo se ven en las dos localidades unas arenas semejantes entre sí que en ese último punto contienen fósiles de la misma edad de que hablamos, y cuyo espesor en el paraje estudiado por nosotros no hemos podido apreciar.

Aunque esos depósitos de la planicie de Ronda se hallan situados á una altitud de 747 metros, dependen, sin embargo, del golfo mioceno que se extendía en la región á que corresponde el valle del Guadalquivir y penetraba hasta las inmediaciones de Granada. Nosotros hemos encontrado también otros isleos helvéticos cerca de Gobantes y de Álora, á la altitud de 300 metros próximamente, y el mar en que se depositaron todos ellos dejó sus huellas al norte de Gibraltar, donde Smith señaló la existencia de materiales de aquella edad.

Parece, pues, que el mar mioceno contorneó la serranía de Ronda sin penetrar en ella. No hemos podido reconocer sus vestigios sino al norte y al oeste de ese macizo, cuya parte meridional está ocupada únicamente por depósitos numulíticos y pliocenos: por ese rumbo el mioceno ya no se ve sino en las costas de África, y en España más á levante; lo cual indica que la isla ó península de que hemos hablado al tratar del terreno numulítico, persistía durante el período mioceno medio.

CAPITULO VII.

TERRENO PLIOCENO.

Nuevas oscilaciones del suelo ocurridas con anterioridad al período plioceno, dieron á la Andalucía una configuración que poco más ó menos es la actual, puesto que, en efecto, únicamente se encuentran depósitos de esa última edad junto á las costas del Mediterráneo, si bien es verdad que los isleos que forman se hallan á veces á 100 metros de altitud.

En el arrabal de Málaga, á que llaman Los Tejares, se explotan para tierras de alfar unas margas azules que miden un espesor de 15 á 20 metros, y que ofrecen el mismo aspecto y la misma forma

que las subapeninas de toda la cuenca occidental del Mediterráneo.

Esa semejanza con los depósitos clásicos del plioceno inferior llamó mucho la atención de Scharenberg, quien en 1854 asimiló las margas de Los Tejares á las subapeninas al enumerar las especies que había recogido en ellas, que son:

Balanus,
Fusus,
Pleurotoma cf. cataphracta, Bronn,
Natica Josephina, Bronn,
Pecten cristatus, Goldf.,
— *scabrellus*, Lamk.,
— *burdigalensis*, Lamk.,
Pinna,
Arca diluvii, Lamk.,
Turbinolia duodecim-costata, Bronn,
Flabellum cuneatum, Goldf.

Pero desgraciadamente el autor referido no separó de las repetidas margas azules unas arenas amarillas que las cubren y pertenecen al plioceno medio, resultando de ahí que en la relación que precede hay una mezcla de formas correspondientes á dos niveles.

Tres años después publicó Ansted, en su estudio acerca de los alrededores de Málaga, la lista de las especies recogidas por de Verneuil en las margas de Los Tejares; lista que, según el autor inglés, es la siguiente:

Vermetus arenarius, Lin.,
Dentalium elephantinum, Brocc.,
Conus antidiluvianus, Brocc.,
Natica,
Scalaria clathra, Brocc.,
Rostellaria pes graculi, Brocc.,
Triton apenninicum, Lamk.,
— *subcinctum*, Lamk.,
Ranella gigantea, Lamk.,
Murex brevispina, Brocc.,
— *fistulosus*, Brocc.,
Fusus longiroster, Brocc.,

Pleurotoma brevirostrum, Sow.,
— *cataphracta*, Brocc.,
— *turricula*, Brocc.,
— *dimidiata*, Brocc.,
— *rotata*, Brocc.,
Turritella vermicularis, Brocc.,
— *subangulata*, Brocc.,
Mitra scrobiculata, Brocc.,
Buccinum semistriatum, Brocc.,
Columbella nassoides, Bellardi,
Cassidaria,
Turbo, sp. nov.,
Pectunculus glycimeris, Lamk.,
Venus umbonaria, Lamk.,
Ostrea navicularis, Brocc.,
Nucula placentina, Lamk.,
Arca diluviana, Brocc.,
Leda.

Nosotros hemos hallado efectivamente en la colección de Verneuil, conservada en la Escuela de Minas, los fósiles citados por Ansted, sino que, según las correcciones que llevan las etiquetas, el *Dentalium elephantinum* debe referirse al *D. hexangulum;* la *Natica* indeterminada debe ser la *N. canrena*, Brocc.; la *Cassidaria*, también indeterminada, corresponde á la *C. echinophora*, Lin. En cuanto al *Turbo*, no es una especie nueva, sino el *Turbo fimbriatus*, Borson, y por cierto que hemos hecho dibujar ese ejemplar, prestándonoslo benévolamente al efecto M. Douvillé, porque es el más bonito de cuantos hemos visto de esa especie.

Ansted enumera además los foraminíferos hallados en las margas azules, determinados por Rupert Jones y Parker. Son éstos:

Lagena sulcata, Walker (2 variedades),
Nodosarina Raphanus, Lin. (6 variedades),
— *dentalina*, Lamk. (7 variedades),
Vaginula badenensis, d'Orb.,
Frondicularia planata, Defrance,
Cristellaria Calcar, Lin., var. *Cassis*, Ficht. et Moll. (15 variedades),

Globigerina bulloides, d'Orb.,
Orbulina universa, d'Orb.,
Rotalia (Planorbulina) fareta, Fichtel et Moll. (6 variedades),
Rotalia repanda, Fichtel et Moll. (3 variedades),
— *Beccari*, Lin. (una variedad),
— *trochidiformis*, Lamk.,
Nonionina sphœroides, d'Orb.,
— *asterisans*, Fichtel et Moll. (2 variedades),
Sphœrodina bulloides, d'Orb.,
Polystomella crispa, Lin. (una variedad),
Amphistegina vulgaris, d'Orb.,
Bulimina obtusa, d'Orb. (4 variedades),
Uvigerina pygmœa, d'Orb. (2 variedades),
Verneuilina tricarinata, d'Orb. (4 variedades),
Textularia agglutinans, d'Orb. (3 variedades),
Miliola seminulum, Lin. (4 variedades),
Lituola nautiloidea, Lamk. (una variedad).

El Sr. de Orueta estudió á su vez en 1875 el yacimiento de que tratamos, y llegó á deducir que debia referirse al mioceno superior. Al efecto, empieza por mencionar las formas que constituyen la fauna que en él recogió, de las que no citamos aquí sino las que llevan nombres específicos, ó sean las:

Pleurotoma intorta, Bell.,
— *contigua*, Brocc. (variedad de *P. turricula)*,
Murex angulosus, Brocc., ó *Fusus angulosus*, Sism.,
Turritella terebra,
— *acutangulata*,
Scalaria lamellosa, Brocc.,
Mitra striatula, Brocc.,
Columbella subulata, Bellardi,
Cancellaria calcarata, Brocc.,
— *spinulosa*, Brocc.,
Ringicula buccinea, Desh.,
Ranella marginata, Defr.,
Scaphander parisiensis, d'Orb.,
Tiphis pungens, Soland,
Pecten pleuronectes, Lamk.,
Cytherea rugosa, Bronn,

y después, separando, de las que coleccionó y de las que obtuvo de Verneuil en el mismo depósito, las pliocenas, miocenas y eocenas, saca el resultado de que sobre 25 especies determinadas por el mencionado geólogo francés (1) hay:

1 ó 4 por 100 características del plioceno,
2 ú 8 por 100 características del mioceno y del plioceno,
2 ú 8 por 100 que no se hallan en el Prodromo de d'Orbigny,
20 ú 80 por 100 características del tramo helvético;

mientras que en 16 que él mismo determinó se hallan:

1 ó 6,25 por 100 características del plioceno,
1 ó 6,25 por 100 características del eoceno inferior? *(Scaphander parisiensis)*,
1 ó 6,25 por 100 características del eoceno superior *(Tiphis pungens)*,
13 ú 81,25 por 100 características del helvético.

Por nuestra parte hemos preferido para determinar la edad de las margas de Los Tejares no servirnos sino de los fósiles recogidos por nosotros mismos, fijándonos de preferencia en los que pueden considerarse como verdaderamente característicos de un nivel determinado, porque ya sus formas ó dimensiones, ya su desarrollo numérico, hagan que deban referirse á él, y hemos llegado por este camino á una conclusión diferente de la del Sr. de Orueta y conforme con las de Scharenberg y Ansted.

Los restos de peces que en el mismo depósito hemos hallado, no nos han suministrado datos precisos para nuestro objeto, porque aun cuando el profesor de la Universidad de Nápoles, Sr. Bassani, que tuvo la bondad de encargarse de su determinación específica, sólo reconoció una especie, *Oxyrhina plicatilis*, Ag., del plioceno de Castell' Arquato, y otras, tales como las

Lamna cuspidata, Ag.,
Sphyrna prisca, Ag.,

(1) El Sr. de Orueta se sirvió de la lista de Ansted que hemos reproducido más atrás, pero suprimiendo las tres conchas que no llevan nombre específico y la *Venus umbonaria* y el *Pectunculus glycimeris*, pertenecientes estas dos á las capas superiores del depósito, ó sea al plioceno medio.

Oxyrhina crassa, Ag.,
Otodus cf. Lawleyi, Bassani,

que principalmente se encuentran en el mioceno medio, hay que tener en cuenta, según nos escribió el mismo profesor, que ciertos peces de los tramos helvético y tortonés han vivido también en los períodos pliocenos inferior y medio.

He aquí ahora un cuadro que muestra las especies de moluscos que nosotros obtuvimos, con la indicación de los diferentes niveles geológicos en que se han mencionado por diferentes autores [1]:

		MIOCENO.			PLIOCENO. — Mediterráneo.			PLIOCENO — Septentrional.			VIVIENTES.	Atlántico.		
	Los Tejares.	Inferior.	Medio.	Superior.	Inferior.	Medio.	Superior.	Inferior.	Medio.	CUATERNARIO.	Mediterráneo.	Norte.	Sur.	Océano Indio.
Conus Brocchii, Bronn........	r	*	*	*	*			*						
— *antidiluvianus*, Brug....	r	?		*	*	r								
Pleurotoma rotata, Brocc......	c		*	*	*	rr								
— *turricula*, Brocc...	ccc		*	*	*	*		*	*		?	*		
— *dimidiata*, Brocc...	ccc			*	*	r								
— *Allionii*, Bell.......	cc		*	*	*									
— *cataphracta*, Brocc..	cc	*	*	*	*	*					*			*
— *intorta*, Brocc.....	r		*	*	*	*		*						
Mitra scrobiculata, Brocc......	cc		*	*	*									
Fusus longiroster, Brocc.......	c		*	*	*									
— *Puschi*, Hörn...........	cc		*		*									
Triton nodiferum, Lamk.......	r		r	r	*		*				*		*	
Ranella marginata, Martini....	r		*	*	*	*							*	
Cassidaria echinophora, Linné..	r			r	*		*				*			
Chenopus Uttingerianus, Risso..	cc			*	*									
Turritella subangulata, Brocc..	r		*	*	*	*					?			
Xenophora crispa, König.......	r				*	*	*				*		*	
Natica helicina, Brocc.........	c		*	*	*	*		*		*	*	*	*	
— *Companyoni*, Font......	c				*									
Turbo fimbriatus, Bors........	c			*	*									
Arca diluvii, Lamk...........	ccc		*	*	*	*	*				*		*	
Pleuronectia cristata, Bronn...	cc		*	*	*	*	*							
Pecten scabrellus, Lamk.......	rr		*	*	*	*	?							
Rhabdocidaris, nov. sp........	rr													
Flabellum malagense, nov. sp...	r													

(1) Para más detalles véase la parte cuarta de este trabajo.

Según ese cuadro, de veintitrés especies ya conocidas cuando nuestras investigaciones, sólo hay tres que no se hayan citado en el mioceno superior, las cuales son los *Fusus Puschi*, que, sin embargo, se halla en el mioceno medio; *Xenophora crispa*, que no parece haber existido antes del plioceno, y *Natica Companyoni*, separada hace poco por M. Fontannes de la *Natica millepunctata*, con la cual ha podido confundirse en medio de fósiles miocenos.

De esas tres especies sólo, pues, la *Xenophora crispa* puede considerarse como característica del plioceno; pero su presencia no basta por sí sola, según nuestro modo de ver, para incluir las margas azules de Los Tejares en el plioceno inferior, porque cualquier día puede hallarse en depósitos miocenos. Lo que nos ha decidido á ello es la existencia en las margas de ciertas variedades que les son propias, por más que se deriven de especies que ya se encuentran en el mioceno superior. Tales son las formas de *Mitra scrobiculata*, *Arca diluvii* y *Pleuronectia cristata*, características del plioceno, que hemos cosechado; además de que los *Pleurotoma rotata*, *Pl. turricula*, *Pl. dimidiata*, *Pl. Allionii*, *Pl. intorta* y *Chenopus Uttingerianus*, son muy abundantes en ese yacimiento, lo mismo que en otros muchos del plioceno inferior.

En fin, añadiremos como último argumento en favor de nuestra clasificación, el que sobre las margas azules de Los Tejares descansan en estratificación concordante unas arenas amarillas con abundancia de *Pecten*, que pertenecen al plioceno medio.

Mas no se crea que esas arenas se ven por todas partes en Los Tejares: lejos de ello, es frecuente que falten en muchos puntos, porque las aguas las han arrastrado á otros parajes, y, como á veces el mismo agente ha derrubiado depósitos cuaternarios, se han reconstituido otros nuevos, lo cual puede explicar ciertas mezclas de especies señaladas por muchos autores.

El tramo plioceno medio no alcanza en la planicie de Málaga sino altitud muy pequeña; pero en El Palo y cerca de Vélez-Málaga, se halla á más de 100 metros sobre el nivel del Mediterráneo. No insistiremos más acerca de dicho tramo, porque como nuestros compañeros los Sres. Bertrand y Kilian lo han estudiado con especialidad, remitimos al lector á su trabajo.

Á poca distancia, al oeste de los depósitos que, por sus caracteres mineralógicos y paleontológicos, referimos á los dos tramos inferiores del plioceno, se ven, descansando sobre areniscas numulíticas,

unas arenas margosas que, formando una faja de muchos quilómetros de anchura, se extiende desde las inmediaciones occidentales de Fuengirola hasta Estepona, alcanzando altitudes que en algunos puntos llegan á 76 metros, y contienen una fauna con tales afinidades con la actual, que en un principio las comprendimos en la época cuaternaria (1). Sin embargo, un estudio más detenido nos ha obligado á reconocer que se trata de un depósito análogo al de tantos otros muy curiosos que se mencionan en la región oriental del Mediterráneo y que se refieren al terreno plioceno. En el de que hablamos se halla una mezcla de especies fósiles francamente pliocenas y de vivientes; pero el hecho más interesante es el de que muchas de esas últimas, ó se ofrecen en las partes profundas del Mediterráneo, ó pertenecen á la fauna del Atlántico.

En el cuadro que sigue se mencionan los moluscos que hemos recogido en las referidas arenas, cerca de San Pedro de Alcántara, á las inmediaciones de Marbella, indicando todas las regiones y todos los niveles geológicos en que se han citado (2).

		MIOCENO.		PLIOCENO. — Mediterráneo.							PLIOCENO del Norte.			VIVIENTES.			
						Superior.									Atlántico.		
	San Pedro de Alcántara.	Medio.	Superior.	Inferior.	Medio.	Sicilia.	Calabria.	Cos.	Chipre.	Rodas.	Inferior.	Medio.	CUATERNARIO.	Mediterráneo.	Norte.	Sur.	Océano índico.
Cleodora pyramidata, Linn.	ccc		*	*		*				*				*	*	*	
Bulla acuminata, Brug.	rr	?		*							*			*	*		
Marginella auris leporis, Brocc.	rr			*		?											
Cerithium scabrum, Olivi.	r	*	*	*		*		*	*	*			*	*	*	*	
Vermetus intortus, Bronn.	ccc	*		*	*	*					*	*		*			
Calyptræa chinensis, Linn.	c	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	
Natica helicina, Brocc.	r	*	*	*	*						*		*	*	*	*	
Trochus magus, Linn.	r		?	*	*	*	*						*		*	*	
— *patulus*, var. β, Brocc.	r		*	*	*												
Eumargarita Cuadræ, nov. sp.	c																
— *Fischeri*, nov. sp.	rr																

(1) *Comp. rend. de l'Académie des Sciences*, séance du 20 avril 1883. (Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo XIII.)

(2) Para más detalles sobre los moluscos, véase la parte cuarta de este trabajo.

	San Pedro de Alcántara.	Mioceno. Medio.	Mioceno. Superior.	Plioceno. Mediterráneo. Inferior.	Plioceno. Mediterráneo. Medio.	Plioceno. Mediterráneo. Superior. Sicilia.	Plioceno. Mediterráneo. Superior. Calabria.	Plioceno. Mediterráneo. Superior. Cos.	Plioceno. Mediterráneo. Superior. Chipre.	Plioceno. Mediterráneo. Superior. Rodas.	Plioceno del Norte. Inferior.	Plioceno del Norte. Medio.	CUATERNARIO.	Vivientes. Mediterráneo.	Vivientes. Atlántico. Norte.	Vivientes. Atlántico. Sur.	Vivientes. Océano Indico.
Rimula capuliformis, Pecchi	*r*			*													
Tectura virginea, Müller	*r*				*	*				*	*	*	*	*	*	*	*
Acroreia dubia, nov. sp	*rr*																
Dentalium delphinense, Font	*r*		?	*													
— *entale*, var. *Tarentinum*, Lamk	*r*		*	*						*				*	*	*	
Loxoporus Divæ, Ch. Vélain	*r*																*
Ostrea lamellosa, var. *Cortesiana*, Cocconi	*ccc*			*													
Pecten similis, Laskey	*ccc*	*	*			*				*					*	*	*
— *fenestratus*, Forbes	*ccc*					*				*				*	*	*	
— *opercularis*, Linn	*cc*	*	*	*		*				*	*				*	*	
— *Macphersoni*, nov. sp	*cc*																
Lima subauriculata, Montagu	*c*	*				*					*				*	*	
Limea strigilata, Brocc	*r*	*	*	*	*					*				?			
Modiola phaseolina, Philippi	*cc*			*	*	*				*	*			*	*		
Arca tetragona, Poli	*rr*	*		*	*						*	*			*	*	
— *lactea*, Linn	*rr*	*	*	*					*	*	*	*	*		*	*	
— *Fouquei*, nov. sp	*ccc*																
Plesiarca pectunculoides, Scacchi	*ccc*		*			*				*	*			*	*		
Pectunculus Oruetæ, nov. sp	*ccc*																
Limopsis anomala, Eichw	*ccc*	*	*	*	*		*			*	*						
Leda consanguinea, Bellardi	*r*			*													
— *Bellardii*, nov. sp	*ccc*																
— *Heberti*, nov. sp	*cc*																
Yoldia Genei, Bell	*rr*	*															
Cardium multicostatum, Brocc	*r*	*	*	*	*					*							
— *Munieri*, nov. sp	*r*																
Lucina borealis, Linn	*r*	*	*	*	*	*				*	*			*	*		
Gonilia bipartita, Philippi	*ccc*					*				*				*			
Cryptodon sinuosum, Donovan	*r*			?							*			?	*	?	
Montacuta bidentata, Montagu	*rr*						*				*	*		*	*		
— *donacina*, Wood	*rr*										*			*	*		
Kellyella abyssicola, Sars	*rr*		*	?	?		*							*	*		
Astarte triangularis, Montagu	*rr*		*	*							*	*	*	*	*	*	
Turquetia fragilis, Ch. Vélain	*rr*																*
Crassatella tenuistria?, Nyst	*c*										*						
Pecchiolia argentea, Mariti	*r*		*	*													
Cardita corbis, Philippi	*cc*		?			*					*	*		*	*	*	
Verticordia cardiiformis. Wood	*rr*					?					*						
Venus ovata, Pennant	*ccc*	*	*	*	*	*	*			*	*	*		*	*	*	
— *plicata*, Gmelin	*r*	*	*	*	*												
Tellina balaustina, Linn	*r*			*		*					*			*	*	*	

	San Pedro de Alcántara.	MIOCENO. Medio.	MIOCENO. Superior.	PLIOCENO. Mediterráneo. Inferior.	PLIOCENO. Mediterráneo. Medio.	PLIOCENO. Mediterráneo. Superior. Sicilia.	PLIOCENO. Mediterráneo. Superior. Calabria.	PLIOCENO. Mediterráneo. Superior. Cos.	PLIOCENO. Mediterráneo. Superior. Chipre.	PLIOCENO. Mediterráneo. Superior. Rodas.	PLIOCENO del Norte. Inferior.	PLIOCENO del Norte. Medio.	CUATERNARIO.	VIVIENTES. Mediterráneo.	VIVIENTES. Atlántico. Norte.	VIVIENTES. Atlántico. Sur.	VIVIENTES. Océano Indico.
Syndosmya alba, Wood	ccc			*							*		*	*	*	*	
Corbula gibba, Olivi	ccc	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*			
Corbula? hispanica, nov. sp.	r																
Saxicava arctica, Linn	cc	*	*	*	*	*				*	*			*	*	*	
Digitaria digitaria, Linn.	ccc	?				*				*	*	*	*	*	*		
Poromya granulata, Nyst et Westendorp	cc					*					*			*	*	*	
Terebratula Philippi, Seg.	r										*						

Agregaremos á esa lista dos especies de *Lunulites*, muy comunes, y una de *Flabellum* que abunda bastante, pero cuyos ejemplares se hallan muy mal conservados.

M. Schlumberger, á quien debemos la determinación de nuestros foraminíferos, ha reconocido entre ellos 29 especies que mencionamos en otro lugar (V. *Paleontología*); pero el estudio de estos seres no ayuda mucho para precisar la edad de sus yacimientos, á causa de la poca confianza que puede concederse á las indicaciones específicas de los autores antiguos.

Por último, en las arenas de San Pedro de Alcántara abundan mucho los *Litholamnium*.

Contrayéndose al cuadro precedente, se ve que en un total de 59 especies de moluscos hay 10 nuevas y 3 que sólo se conocen en el Océano Índico; las otras 46 son conocidas, y con ellas pueden hacerse los grupos siguientes:

Trece, que son las:

Marginella auris leporis, Brocchi,
Trochus patulus, var. β, Brocchi,
Rimula capuliformis, Pecchioli,
Dentalium delphinense, Fontannes,
Ostrea lamellosa, var. *Cortesiana*, Cocconi,

Limea strigilata, Brocc.,
Leda consanguinea, Bellardi,
Yoldia Genei, Bellardi,
Crassatella tenuistria, Nyst,
Pecchiola argentea, Mariti,
Verticordia cardiiformis, Wood,
Venus plicata, Gmelin,
Terebratula Philippi, Seguenza,

parece que no pasan del plioceno inferior. Entre ellas aparece una dudosa, *Crassatella tenuistria*, y otras tres, *Dentalium delphinense*, *Leda consanguinea* y *Yoldia Genei*, que son todavía poco conocidas, y que se asemejan lo suficiente á otros tipos para que puedan haberse confundido con ellos; de modo que su difusión quizá sea mayor de lo que parece. De todos modos, las ocho especies restantes son extinguidas, y hasta ahora no se sabe que pasaran del plioceno inferior, hecha excepción, si acaso, de la *Verticordia cardiiformis*, Wood, que se sospecha se halla en el plioceno superior de Sicilia.

Las treinta y tres especies que quedan son vivientes, pero todas se hallan representadas en depósitos pliocenos. De ellas, las siete

Trochus magus, Lamk.,
Pecten similis, Laskey,
— *opercularis*, Lin.,
Lima subauriculata, Montagu,
Modiola phaseolina, Philippi (rara en el Mediterráneo),
Arca lactea, Lin.,
Cryptodon sinuosum, Donovan (dudosa en el Mediterráneo),

habitan de preferencia el Océano Atlántico, y tres,

Vermetus intortus, Bronn,
Gonilia bipartita, Philippi,
Corbula gibba, Olivi,

sólo se conocen hasta ahora en el Mediterráneo; pareciéndonos una particularidad en extremo interesante ese predominio de la fauna oceánica sobre la mediterránea.

Según las investigaciones que por medio de dragas se han ejecu-

tado durante estos últimos años, tanto en el Mediterráneo como en el Atlántico, el yacimiento de San Pedro comprende quince especies de mar profundo, es decir que viven á más de 500 metros de hondura: son las

Cleodora pyramidata, Lin.,
Calyptræa chinensis, Lin.,
Pecten fenestratus, Forbes,
Lima subauriculata, Montagu,
Arca tetragona, Poli,
— *lactea*, Lin.,
Plesiarca pectunculoides, Scacchi,
Lucina borealis, Lin.,
Gonilia bipartita, Philippi,
Kellyella abyssicola, M. Sars,
Astarte triangularis, Montagu,
Venus ovata, Pennant,
Saxicava arctica, Lin.,
Digitaria digitaria, Lin.,
Poronya granulata, Nyst et Westendorp.

Comparando la lista de moluscos vivientes que, según el Doctor D. Joaquín González Hidalgo, se han recolectado en las costas de España, entre Cartagena y Cádiz, con la de los procedentes del yacimiento de San Pedro de Alcántara, nosotros encontramos las siguientes diez y ocho especies comunes:

* *Calyptræa chinensis*, Lin.,
\+ *Trochus magus*, Lin.,
Tectura virginea, Muller,
Dentalium entale, var. *Tarentinum*, Lamk,
\+ *Pecten similis*, Laskey,
\+ — *opercularis*, Lin.,
\+ * *Lima subauriculata*, Montagu,
* *Arca tetragona*, Poli,
\+ * *Arca lactea*, Lin.,
* *Plesiarca pectunculoides*, Scacchi,
* *Lucina borealis*, Lin.,
* *Astarte triangularis*, Montagu,

* *Venus ovata*, Pennant,
Tellina balaustina, Lin.,
Syndosmya alba, Wood,
Corbula gibba, Olivi,
* *Saxicava arctica*, Lin.,
* *Digitaria digitaria*, Lin.

De ellas, las diez señaladas con un asterisco son de mar profundo, y las cinco marcadas con una cruz habitan de preferencia el Atlántico. Resulta, pues, que entre la fauna actual de las costas de Andalucía y la del yacimiento de San Pedro, las analogías son muy grandes; pudiéndose deducir que las condiciones biológicas de la región en el período plioceno eran las mismas que hoy se observan, y que ya existía en ella una comunicación entre el Atlántico y el Mediterráneo al depositarse las arenas de que hablamos.

Hace ya tiempo que Philippi reconoció en las inmediaciones de Palermo mezcla de especies pliocenas y de mares profundos, y el Marqués de Monterosato, que estudió de nuevo esos depósitos, principalmente los de Monte Pellegrino y de Ficarazzi, dió una lista más completa de las especies que en ellos se hallan. Compulsándola, hemos reconocido veintiuna especies comunes á Sicilia y Andalucía. Son:

* *Cleodora pyramidata*, Lin.,
Cerithium scabrum, Olivi,
Vermetus intortus, Broon,
* *Calyptræa chinensis*, Lin.,
Trochus magus, Lin.,
Tectura virginea, Muller,
Pecten similis, Laskey,
* — *fenestratus*, Forbes,
— *opercularis*, Lin.,
* *Lima subauriculata*, Montagu,
Modiola phaseolina, Philippi,
* *Plesiarca pectunculoides*, Scacchi,
* *Lucina borealis*, Lin.,
* *Gonilia bipartita*, Philippi,
Cardita corbis, Philippi,
* *Venus ovata*, Pennant,

Tellina balaustina, Lin.,
Corbula gibba, Olivi,
* *Saxicava arctica*, Lin.,
* *Digitaria digitaria*, Lin.,
* *Poromya granulata*, Nyst et Westendorp.

Las once señaladas con asterisco son de mar profundo; hecho digno de notarse, porque demuestra que los depósitos de San Pedro de Alcántara y los de las inmediaciones de Palermo han debido constituirse en las mismas condiciones.

Por otra parte, la proporción por 100 de especies extinguidas y emigradas es en Sicilia de 18, mientras que en San Pedro llega á 42; en Tarento, donde los depósitos de la misma naturaleza se estudiaron por Philippi y por M. Kobelt, esa proporción apenas alcanza la del 5; en Cos es la de 8; en Chipre varía de 9 á 17 por 100, según los yacimientos, y en Rodas, que de todas estas localidades es la más alejada de Andalucía, la repetida proporción es de 17 por 100 [1], con la circunstancia de que todavía se encuentran allí 19 especies de las de San Pedro, de las cuales 10 son características de mares profundos. Parece, pues, que las condiciones que presidieron la formación de los depósitos de que se trata desde el estrecho de Gibraltar hasta la extremidad oriental del Mediterráneo fueron las mismas en todas partes.

Respecto á cuál sea la edad de esos depósitos, se ha discutido mucho. En Palermo se apoyan sobre los dos niveles del tramo astiense; y aun cuando, por el gran número de formas que contienen, comunes con las que actualmente viven en el Mediterráneo, hubieran podido clasificarse en el terreno cuaternario, como también abundan mucho en ellos las del plioceno, se ha hecho de los mismos el tramo superior de este sistema. Por otra parte, la presencia de numerosas especies del nivel inferior en el yacimiento de San Pedro induce á comprenderlo en ese mismo nivel, con tanto más motivo cuanto que además descansa directamente sobre areniscas numulíticas, sin intercalación de ningún otro sedimento; resultando de todo lo expuesto que lo más racional es admitir que esos depósitos de las inmediaciones de Marbella se constituyeron en un mar profundo, á la par

(1) P. Fischer, *Paléontologie des terrains tertiaires de l'île de Rhodes. (Mém. de la Soc. géol.*, 3e sér., tomo I, 2e part., pág. 41.)

que en Málaga se acumulaban los sedimentos de los tramos pliocenos inferior y medio, mientras que más á levante corresponden al plioceno superior los depósitos similares al repetido de San Pedro. Si esto se admite, viénese á parar á la hipótesis, ya emitida por los Sres. Tournoner y Fischer, de que el fondo del Mediterráneo sufrió progresivamente un movimiento de descenso, de O. á E., durante todo el período plioceno.

Pero cualquiera que sea la edad de esos depósitos, queda por explicar la mezcla de faunas en ellos. Lo que se sabe acerca de la distribución de los diversos organismos animales marinos, parece indicar que en la repartición de las especies influyen más las condiciones de temperatura que las de profundidad, es decir que los organismos no descienden sino en busca de aguas menos cálidas. Esto supuesto, la aparición de especies de mar profundo ó de agua fría entre una fauna que vive ordinariamente á una temperatura elevada no puede comprenderse sino mediante una mezcla mecánica, ó sea á causa de un transporte debido á corrientes submarinas.

El predominio en el yacimiento de San Pedro de especies actualmente vivas en el Atlántico, y el gran número de estas últimas que se ofrecen en los demás yacimientos citados, hacen pensar en una corriente submarina procedente del Océano. Como la que hoy penetra en el Mediterráneo apenas se nota fuera de las costas de Andalucía y de Marruecos, preciso es admitir que en el período plioceno era mucho más enérgica, y, desde luego, los accidentes geológicos que se observan en la región de Gibraltar explican cuáles fueron las circunstancias en que pudo producirse.

En efecto, los sondeos acusan paralelamente á las costas de Argelia un aumento brusco en la profundidad, la cual pasa repentinamente de 50 metros á 400 y más; y si se traza una línea que, paralela también á esas costas, se prolongue hacia el NO., esa línea, que por una parte va á limitar la costa septentrional de Sicilia y pasa por Tarento, tropezando entre Sicilia é Italia con los principales centros eruptivos de ese país, señala por la opuesta la dirección á que se acomodan los diferentes terrenos de la parte del norte de Argelia (1); pudiéndose, por lo tanto, considerarla como el arrumbamiento de una fractura.

Por otra parte, la mayor parte de los yacimientos pliocenos de la

(1) Suess, *Das Antlitz der Erde*, pág. 296.

cuenca occidental del Mediterráneo, caracterizados por una mezcla de faunas, aparecen como otros tantos jalones colocados según la misma dirección; los sondeos indican una hondura que, pasando por el estrecho de Gibraltar, y extendiéndose á lo largo de la costa de Andalucía, es paralela á la de Argelia, y, en fin, la sierra Blanca, que limita por el sur la serranía de Ronda, se arrumba también en el mismo sentido. Todo, pues, corrobora la existencia en esa gran región de un sistema de fallas paralelas que debieron producirse en el período plioceno, determinando con sus dislocaciones un descenso en el suelo de Gibraltar, y, en consecuencia, una invasión más fácil de las aguas del Océano en el Mediterráneo, las cuales producirían corrientes violentas que arrastrasen hacia levante los organismos del Atlántico y aun los que á este mar hubieran ya llevado otras corrientes nacidas en las comarcas polares. Así es como puede explicarse la presencia de ciertas especies boreales hasta en los depósitos pliocenos de la cuenca oriental del Mediterráneo.

Los isleos pliocenos que se hallan en España y en Sicilia demuestran que la dirección que esas corrientes llevaron era la misma que la de las fallas referidas; pero aquéllos no alcanzaron la altitud de 100 y más metros en que hoy aparecen sino al fin de la época terciaria, é inmediatamente después, durante la cuaternaria, esta parte occidental de la cuenca del Mediterráneo sufrió una serie de oscilaciones que dió por resultado la actual configuración del estrecho de Gibraltar.

En cuanto á la parte oriental de la misma cuenca mediterránea, los fenómenos eruptivos han modificado de tal manera su relieve submarino, que no es posible formular ninguna hipótesis acerca de la marcha que las corrientes siguieron en ella, por más de que los depósitos pliocenos de Cos, Chipre y Rodas debieron constituirse bajo las mismas condiciones que los de la porción del oeste.

PARTE CUARTA.

PALEONTOLOGÍA.

No pretendemos hacer aquí un estudio paleontológico profundo de las especies fósiles pliocenas que recogimos en las inmediaciones de Málaga y de San Pedro de Alcántara; pero creemos útil publicar algunas de las observaciones á que nos ha conducido la tarea de su determinación.

Para no prolongar demasiado este trabajo, únicamente citamos las diagnosis de las especies ó de los géneros poco conocidos, así como tampoco damos á las sinonimias más amplitud que la necesaria para precisar el tipo á que en cada caso nos referimos; pero siempre mencionamos las obras en que esas se hallan con toda extensión.

Por regla general señalamos los tipos á que referimos nuestros ejemplares, es decir las figuras á que más se aproximan; de modo que si se comparan entre sí las diferentes formas de una misma especie, puede deducirse desde luego cuáles son las que se hallan en Andalucía.

Siendo muy interesantes las relaciones que existen entre las faunas miocena y pliocena, por una parte, y entre la pliocena y actual, por otra, procuramos señalar todos los niveles geológicos y todas las localidades en que se ha citado cada una de nuestras especies, fósiles ó vivientes; y como para llegar á ese resultado hemos tenido que consultar multitud de publicaciones (1), y en muchas de ellas sólo se mencionan localidades y no tramos geológicos, nos ha sido forzoso investigar en esos casos á qué niveles se hallan en las localidades respectivas las especies en cuestión. Este trabajo ha sido bastante difícil y muchas veces propenso á errores; pero cuando hemos temido incurrir en ellos, hemos prescindido de las citas correspondientes.

Entre los ejemplares que obtuvimos hay muchos de especies y aun

(1) La mayor parte son aquéllas á que remitimos para la sinonimia.

de géneros, ya extinguidos, ya vivientes, que son poco conocidos, y de un tamaño tan pequeño que esta circunstancia dificulta todavía más su estudio. Los Sres. Munier-Chalmas y P. Fischer han tenido la amabilidad de guiarnos en la larga serie de investigaciones que nos ha sido precisa para llegar á la determinación de esas especies dudosas, y, como es justo, nos complacemos en expresar aquí nuestro reconocimiento á la galantería de dichos señores.

FÓSILES PLIOCENOS

DE LOS TEJARES DE MÁLAGA.

VERTEBRADOS.

Por lo que respecta á los vertebrados, nada podemos hacer mejor sino reproducir las indicaciones que debemos al eminente profesor de Nápoles, Sr. Bassani, referentes á los dientes de peces que le remitimos.

Las especies bien determinables son las siguientes:

Lamna cuspidata, Ag.

Muy común en el mioceno medio.

Sphyrna prisca, Ag.

Frecuente en el mioceno medio.

Oxyrhina crassa, Ag.

Citada por Agassiz en los depósitos terciarios del valle del Rin.

Oxyrhina plicatilis, Ag.

Propia de la caliza de Castell' Arquato.

Otodus cf Lawlegi, Bass.

Encontrada en el mioceno de Venecia, en el helvético de Cerdeña y en los faluns de Bretaña.

INVERTEBRADOS.

GASTERÓPODOS.

GÉNERO *CONUS*.

Conus Brocchii, Bronn.

Lám. O, fig. 1 *a*, *b*.

1831.—*Conus Brocchii*, Bronn, *Italiens tertiär Gebilde und der organische Einschlüsse*, pág. 12, núm. 7.

Sinonimia y diagnosis: Nyst, *Coquilles et polypiers fossiles de Belgique*, pág. 585.

Bronn distinguió esta especie del *Conus deperditus*, Bruguière, en el que la comprendió Brocchi (*Conch. foss. subap.*, tomo II, página 292, núm. 10, lám. III, fig. 2); pero Nyst fué quien primero la figuró con su nombre definitivo de *C. Brocchii* (*op. cit.*, pág. 585, lám. XLIII, fig. 17). Este autor da una excelente descripción de la especie; pero la figura no es enteramente exacta: la canalita, que se marca mucho en los individuos jóvenes, apenas se señala en el dibujo. Por eso hemos creído conveniente representar de nuevo el *C. Brocchii*.

Á juzgar por la figura que da M. Fontannes (*Les Mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon*, tomo I, lám. VIII, figura 8, pág. 149), la canalita disminuye de profundidad con la edad, pues que ésta se marca poco en los ejemplares grandes, sobre todo en las últimas vueltas de espira.

Dimensiones: longitud, 34 milímetros; ancho, 18.

Yacimientos.—Según Seguenza (*Form. terz. Reggio*), esta especie corresponde al aquitánico, y pasa al helvético y al tortonés según Foresti (*Catalogo dei Molluschi fossili pliocenici delle colline Bolognesi*). Nyst dice que se la encuentra en Vliermael (rara) y en Bolderberg, cerca de Hasselt, en el crag de Bélgica, y en Italia se halla, según Brocchi, Cocconi y Foresti, en todo el plioceno inferior y medio de los alrededores de Asti y de Bolonia; pero no puede concederse á todas esas indicaciones sino una importancia relativa, porque muchos autores han asimilado el *Conus Brocchii* al *C. Dujardini*,

Desh., que es otra especie distinta. M. Fontannes ha visto el *Conus Brocchii*, aun cuando muy escaso, en las arcillas sabulosas de las inmediaciones de Perpiñán y en las margas con *Cer. vulgatum* de Saint-Ariès, cerca de Bollène (Vaucluse), y parece que asimismo es muy rara en las margas azules pliocenas de Biot, donde Depontaillier la recogió. Nosotros sólo obtuvimos dos ejemplares, por cierto bien conservados, de dimensiones casi iguales á las de los de Nyst y de Brocchi.

Conus antidiluvianus, Bruguière.

Conus antidiluvianus, Brug., *Comm. Bonon.*, tomo II, parte II, pág. 296, fig. 1 (según Brocchi).

1792.—*Conus antidiluvianus*, Brug., *Encyclop. method.*, *Hist. nat. des Vers*, tomo I, pág. 637, fig. 6 (según Hörnes).

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, tomo I, pág. 38.

Como este nombre se ha dado á conchas que corresponden á especies distintas entre sí, hemos de indicar que nuestro ejemplar satisface á la descripción y figura que da Brocchi (*Conch. foss. subap.*, lám. II, fig. 2, pág. 291). La única diferencia que presenta con el descrito y representado por Hörnes (*op. cit.*, lám. V, fig. 2) consiste en que en el procedente de Los Tejares se marca más el bocel que aparece en el borde inferior externo de la boca. Según Brocchi, la especie se creó por Bruguière á la vista de un ejemplar malo, y de ahí que este autor acompañe á una buena descripción una figura defectuosa. El tipo de la especie es, pues, el que Brocchi dibuja.

Dimensiones: longitud, 64 milímetros; anchura, 25.

Yacimientos.—Como son muchas las especies que se han confundido bajo el nombre de *C. antidiluvianus*, es muy aventurado el admitir que efectivamente se haya ofrecido la verdadera, ó sea el tipo representado por Brocchi, en todas las localidades mencionadas por diversos autores, y así es que no sin alguna desconfianza vamos á señalar los tramos en que se ha citado. Seguenza la indica en el aquitánico; Hörnes dice que Michelotti la obtuvo en la arcilla azul de Tortona, y Grateloup la recogió en Saubrigues, cerca de Dax. Seguramente apareció en la cuenca del Mediterráneo al fin del mioceno; pero, sin embargo, es más bien pliocena. Brocchi la cita en las Crete Sanesi y en las inmediaciones de Bolonia y de Plasencia; Ponzi en el nivel inferior de Monte Mario, y, según Depontaillier, es muy común

en las margas azules del plioceno inferior de Biot y rara en las arenas amarillas del plioceno medio de Cannes.

Todavía no se ha señalado en los yacimientos pliocenos de las regiones septentrionales de Europa, ni tampoco se conoce viviente; de modo que es lo más probable que se halle acantonada en los tramos inferior y medio del terreno plioceno del Mediterráneo.

GÉNERO *PLEUROTOMA*.

Pleurotoma rotata, Brocchi.

1814.—*Murex (Pleurotoma) rotatus*, Broc., *Conch. foss. subap.*, pág. 434, lám. IX, fig. 2.
1821.—*Pleurotoma rotata*, Borson, *Oritt. piem.*, parte II, pág. 77.

Sinonimia y diagnosis: Bellardi, *I Molluschi dei terreni terziari*, tomo II, pág. 13.—Fontannes, *Les Mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon*, tomo I, pág. 40.

Dice Bellardi que esta especie presenta un número de variedades muy grande, las cuales piensa que pueden agruparse alrededor de seis tipos principales distintos del verdadero: cree que la variedad más antigua apareció en el mioceno medio; que ninguna traspasó del plioceno inferior, y que cada una de ellas posee suficientes caracteres para poder asignárseles una edad bien definida. Nuestros ejemplares corresponden al tipo de la *Pleurotoma rotata* figurado por Bellardi (*op. cit.*, tomo II, lám. I, fig. 2, pág. 13), así como al representado por Fontannes (*op. cit.*, tomo I, lám. IV, fig. 5, pág. 40).

Dimensiones: longitud, 32 milímetros; anchura, 12.

Yacimientos.—Pretende Bellardi que el verdadero tipo de la especie se encuentra ya en el mioceno medio de Turín y en el superior de Stazzano y de Santa Agata, aun cuando caracteriza, por su abundancia, los depósitos arcillosos de la base del plioceno en la región mediterránea. Cocconi cita también esta especie en el mioceno y el plioceno; Foresti en los dos niveles pliocenos de las inmediaciones de Bolonia; Depontaillier la considera como muy común en las margas azules del plioceno inferior de Biot y muy rara en las arenas amarillas del plioceno medio de Cannes; Brocchi la menciona en la provincia de Plasencia, en las Crete Sanesi y en Piamonte, y, en fin, Monsieur Fontannes la da como muy rara en las arcillas con *Pecten Comitatus* de Bourg-Saint-Andéol (Ardèche).

No parece que se halla en los depósitos pliocenos del norte de Europa.

Pleurotoma turricula, Brocchi.

1814.—*Murex turricula*, Brocc., *Conch. foss. subap.*, pág. 435, lám. IX, fig. 20.
1826.—*Pleurotoma turricula*, Defrance. *Dict. sc. nat.*, vol. XLI, pág. 390.

Sinonimia y diagnosis: Nyst, *op. cit.*, pág. 520.—Bellardi, *op. cit.*, tomo II, pág. 39.—Pereira da Costa, *Gasteropodes dos depositos terciarios de Portugal*, pág. 230.—Fontannes, *op. cit.*, tomo I, pág. 41.

Los numerosos ejemplares que recogimos en Málaga se acomodan al tipo descrito y figurado por Bellardi (*op. cit.*, lám. I, fig. 25). Son pequeños y se asemejan al que representa Hörnes (*Wien. tert. Beck.*, tomo I, lám. XXXVIII, fig. 1, pág. 520), aunque, sin embargo, sus granulaciones no se muestran tan marcadas como las que aparecen en el dibujo de Hörnes.

Dimensiones: longitud, 38 milímetros; anchura, 13.

Yacimientos.—Según Hörnes y Foresti, esta especie se encuentra en el mioceno medio de Saint-Gall (Suiza) y de Turin; en el mioceno superior de Baden, donde es muy frecuente, y en Tortona. Pereira da Costa (*op. cit.*, pág. 230) la cita al mismo nivel en Cacella (Portugal); pero donde principalmente abunda es en el plioceno. Bellardi la considera (*op. cit.*) en los dos niveles inferiores del sistema; en Piamonte y en Liguria se halla localizada en ese mismo terreno, y M. Fontannes ha observado que lo mismo sucede en el sudeste de Francia. Las localidades que la ofrecen en depósitos pliocenos son: en Italia, las colinas de Sienna, inmediaciones de Asti y Castell' Arquato (Cocconi); en Sicilia, Bucheri y Sortino; es muy común en el plioceno inferior de Biot y en el medio de Cannes (Depontaillier); y al decir de M. Fontannes, se encuentra también en las arcillas sabulosas del Tech y del Tet (Pirineos orientales). Se halla asimismo en los depósitos pliocenos del norte de Europa: Nyst la menciona (*op. cit.*, pág. 250) en Anveres y Bolderberg, y Wood (*op. cit.*, pág. 53) en el *red crag* de Sutton y de Bawdsey.

Hörnes afirma que la *Pleurotoma turricula* vive todavía en los mares árticos bajo las costas de Groenlandia y del norte de Europa, y Weinkauff (*Mittelsmeere*, tomo II, pág. 121) la indica en el Medite-

rráneo; pero como este último autor asimila la especie en cuestión á la *Pleurotoma crispata*, Jan., nos queda alguna duda acerca de que aquélla viva efectivamente en ese último mar.

Pleurotoma (Surcula) dimidiata, Brocchi.

1814.—*Murex dimidiatus*, Brocc., *Conch. foss. subap.*, pág. 431, lám. VIII, fig. 18.
1821.—*Pleurotoma dimidiata*, Borson, *Oritt. piem.*, parte II, pág. 78.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, tomo I, página 360.—Bellardi, *op. cit.*, tomo II, pág. 58.—Fontannes, *op. cit.*, tomo I, pág. 44.

Nuestros ejemplares, con estrías más numerosas y más finas que las del individuo representado por M. Fontannes (*op. cit.*, tomo I, pág. 44, lám. IV, fig. 8), se acomodan muy bien á la tercera de las variedades que Bellardi considera en esta especie (*op. cit.*, tomo II, pág. 58), y que pertenece al plioceno inferior.

Dimensiones: longitud, 36 milímetros; anchura, 13.

Yacimientos.—Esta especie es, según Hörnes (*op. cit.*, pág. 360), frecuente en el mioceno superior de la cuenca de Viena y en Saubrigues; pero es sobre todo común en depósitos pliocenos: el mismo Hörnes la cita en Monte Pulciano (Toscana), Cutro (Calabria), Reggio (Sienna) y Martignone (Bolonia); Bellardi (*op. cit.*, pág. 60) en el plioceno inferior de Castelnuovo, cerca de Asti; en Viale, junto á Montafia; en Vezza, cerca de Alba; en Monte Capriolo, cerca de Bra; en Borzoli, junto á Sestri, y en Savona y Vintimiglia, donde abunda, así como, por el contrario, es rara en el plioceno medio de Volpedo, cerca de Voghera. Cocconi creía (*Enum. sistem.*, pág. 54) que se ofrece en todos los depósitos pliocenos de las provincias de Parma y Plasencia; Ponzi la señala en el nivel inferior de Monte Mario; Depontaillier la considera como frecuente en el plioceno inferior de Biot y en el medio de Cannes, y M. Fontannes la menciona en las margas con *Cer. vulgatum* de Bollène (Vaucluse), en las arcillas con *Pecten Comitatus* de Bouchet (Drôme) y en las sabulosas de Millas (Pirineos orientales). Ni Nyst ni Wood hacen mención de esta especie en los depósitos pliocenos de la Europa septentrional.

Pleurotoma (Drillia) Allioni, Bellardi.

1877.—*Drillia Allioni*, Bellardi, *I Molluschi dei terreni terziarii*, tomo II, página 91, lám. III, fig. 17.

Sinonimia y diagnosis: Bellardi, *op. cit.*, pág. 91.—Fontannes, *op. cit.*, tomo I, pág. 45.

Aunque los más grandes de nuestros ejemplares se hallan mal conservados, sus caracteres están bastante visibles para que sin ninguna duda pueda referírseles á la especie á que los atribuimos; además de que los de individuos jóvenes, en buen estado de conservación, presentan todos los rasgos de los tipos figurados por Bellardi y por M. Fontannes (*op. cit.*, lám. IV, fig. 9, pág. 45). Sin embargo, las costillas longitudinales en las conchas que nosotros recogimos están más acentuadas que en la figura que da este último autor.

Dimensiones: dado el estado de nuestros ejemplares grandes, no pueden precisarse bien.

Yacimientos.—Opina M. Fontannes que esta especie aparece en el mioceno medio del Bordelais en medio de margas con *Cardita Jouanneti* y en el de la cuenca de Viena, y Bellardi la cita, aunque como rara, en el mioceno superior de Tortona y de Stazzano. En la base del plioceno adquiere un gran desarrollo numérico: Bellardi la menciona en el tramo inferior de ese sistema en Castelnuovo, Asti, Vezza, cerca de Alba, etc.; en Francia, Depontaillier la considera como muy común en Biot, mientras que, por el contrario, M. Fontannes observa que falta en el Rosellón. Es también bastante escasa en la cuenca del Ródano, en la que sólo se ha encontrado en las margas y faluns con *Cer. vulgatum* de las inmediaciones de Bollène (Vaucluse), y en las arcillas con *Pecten Comitatus* de Bouchet (Drôme) y de Bourg-Saint-Andéol (Ardèche).

Pleurotoma (Dolichotoma) cataphracta, Brocchi.

1814.—*Murex (Pleurotoma) cataphractus*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, página 427, lám. VIII, fig. 16.

1821.—*Pleurotoma cataphracta*, Borson, *Oritt. piem.*, tomo II, pág. 76.

Sinonimia y diagnosis: Bellardi, *op. cit.*, tomo II, pág. 230.—Hörnes, *op. cit.*, tomo I, pág. 379.—Pereira da Costa, *Gasteropodes*

dos depositos terciarios de Portugal, pág. 214.—Fontannes, *Les Mollusques pliocènes*, etc., pág. 259.

Los numerosos ejemplares del yacimiento de Málaga concuerdan con la figura 20 *b* de la lámina VII de la obra de Bellardi. Las estrías longitudinales se corresponden mejor con las de la 20 *c*; pero los tubérculos son mucho más salientes que los de esa última; así es que nos adherimos mejor á la 20 *b*, á la cual corresponden también las conchas representadas por M. Fontannes (*op. cit.*, lámina XII, figuras 32 y 33, pág. 259).

La *Pleurotoma cataphracta* varía mucho en los diversos tramos en que se halla; pero siempre corresponden á determinados niveles ciertas formas características de la misma. Nuestros ejemplares pertenecen al tipo plioceno.

Dimensiones: longitud, 55 milímetros; anchura, 22.

Yacimientos.—Esta especie se encuentra desde el mioceno inferior en Dego, Carcare y Cassinella, donde no es rara, al decir de Bellardi (*op. cit.*, pág. 233), y también Cocconi la menciona en ese tramo. El mismo Bellardi la considera como común en el mioceno medio de Turín, en el cual nivel la encontró Dujardin en Turena. El mioceno superior de Italia, de Cacella (Portugal) y de la cuenca de Viena ha suministrado numerosos ejemplares, según respectivamente dicen Cocconi, Pereira da Costa y Hörnes. Bellardi la reconoció en el plioceno inferior de Castelnuovo, Asti, Pino d'Asti, Vezza, cerca de Alba y otras muchas localidades; Depontaillier en Biot, donde es frecuente, así como en las cercanías de Perpiñán, según M. Fontannes. Se halla también en el plioceno medio de Volpedo, cerca de Voghera, y de Masserano, aunque escasa, dice Bellardi. Brocchi y Cocconi la citan en todo el plioceno, y Foresti la encontró en los dos niveles inferiores de ese terreno en los alrededores de Bolonia.

Finalmente, Philippi señala la *Pleurotoma cataphracta* como viviente en las costas del Mediterráneo, principalmente en las de Sicilia, y Hörnes agrega que Reeve creyó haberla visto también viviente en la India occidental.

Pleurotoma (Pseudotoma) intorta, Brocchi.

1814.—*Murex (Pleurotoma) intortus*, Brocc., *Conch. foss. subap.*, pág. 427, lám. VIII, fig. 17.

1821.—*Pleurotoma intorta*, Borson, *Oritt. piem.*, tomo II, pág. 76.

Sinonimia y diagnosis: Nyst, *op. cit.*, pág. 509.—Wood, *Crag Mollusca. Palæontological Soc.*, tomo I, pág. 53.—Hörnes, *op. cit.*, página 331.—Bellardi, *op. cit.*, pág. 214.

Sólo hallamos un ejemplar de esta especie, rodado y en mal estado de conservación. Ha perdido los adornos de la cúspide, pero éstos se muestran muy perceptibles en todo lo demás de la concha.

Dimensiones: longitud, 38 milímetros; anchura, 16.

Yacimientos.—Según Hörnes, esta especie aparece en el mioceno medio, en el cual se halla en las localidades francesas Leognan, Saucats y Dax, y en Italia en Superga. Cocconi la menciona en el mioceno superior, pero el máximo de su desarrollo corresponde al período plioceno: Bellardi la señala como abundante en el plioceno inferior de las inmediaciones de Asti; Foresti y Cocconi en los dos tramos inferiores del mismo sistema; M. Deperet la menciona en Millas (Pirineos orientales); Wood en el crag de Sutton, y Nyst en Struyvenberg, cerca de Amberes.

GÉNERO *MITRA*.

Mitra scrobiculata, Brocchi.

1814.—*Voluta scrobiculata*, Brocc., *Conch. foss. subap.*, pág. 317, lám. IV, fig. 3.

1830.—*Mitra scrobiculata*, Deshayes, *Encyclopédie méthodique*, *Vers*, tomo II, pág. 468.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, pág. 100.—Pereira da Costa, *op. cit.*, pág. 68.—Fontannes, *op. cit.*, pág. 84.

Los ejemplares de Málaga se acomodan al tipo figurado por Brocchi y no á la variedad representada por M. Fontannes (*op. cit.*, lámina VI, fig. 6, pág. 84). La forma típica es uno de los fósiles más comunes en el plioceno del Mediterráneo, aunque, al decir de M. Fontannes, es muy rara en el Rosellón.

Dimensiones: longitud, 52 milímetros; anchura, 14.

Yacimientos.—Hörnes cita la *Mitra scrobiculata* en el mioceno medio de Carry, de Dax y del Bordelais, y, sobre todo, en el mioceno superior de Saubrigues (Francia), de Piacenza y Tortona (Italia) y de Baden, donde es rara. Pereira da Costa la encontró en ese mismo tramo en Praia do Covalinho y de Cacella (Portugal). Los ejemplares procedentes de depósitos miocenos difieren un poco del tipo figurado

por Brocchi, que es característico del plioceno. Sin embargo, la variedad miocena se encuentra también, según M. Fontannes, en el plioceno inferior de los ducados de Plasencia y de Parma y del Bolenais, etc.; variedad que debe ser la del Rosellón á que el mismo M. Fontannes ha dado el nombre de *Mitra scrobiculata Massoti*. Brocchi recogió el tipo de la especie en el plioceno inferior del ducado de Plasencia, en las Crete Sanesi; Cocconi la encontró al mismo nivel en Drolo y en Lugagnano, y Depontaillier la considera muy común en Biot, también en el plioceno inferior. En los yacimientos de la Europa septentrional no se conoce.

GÉNERO *FUSUS*.

Fusus longiroster, Brocchi.

Lám. O, fig. 2 *a*, *b*.

1814.—*Murex longiroster*, Brocc., *Conch. foss. subap.*, pág. 418, lám. VIII, fig. 7.
1820.—*Fusus longiroster*, Defrance, *Dict. des sc. natur.*, tomo XVIII, página 540.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *op. cit.*, tomo I, pág. 293.—Fontannes, *op. cit.*, tomo I, pág. 14.

Hace tiempo que Defrance hizo notar la gran variabilidad de esta especie; circunstancia comprobada por M. Fontannes al comparar los ejemplares que recogió en las cercanías de Perpiñán con los del plioceno de Italia y los de las costas de Provenza. También nosotros hemos reconocido diferencias muy apreciables entre los que de Verneuil coleccionó en Los Tejares y los que hemos recogido en la misma localidad; pero lo que más importa observar es que las mayores variaciones en la especie corresponden á diferencias en la edad de sus individuos; conclusión á que ya llegó Hörnes comparando conchas procedentes ya del mioceno, ya del plioceno. De una manera general, los tubérculos se desarrollan en el sentido longitudinal; hecho que aparece bien marcado en todos los ejemplares que hemos tenido á la vista, y que, sobre todo, se marca en el más grande de los que obtuvimos en Málaga. Por eso hemos creído conveniente representarlo en las figuras arriba mencionadas.

Hörnes figuró (*op. cit.*, tomo I, lám. XXXII, figs. 5 á 7) dos con-

chas que constituirían dos variedades, de las cuales una (fig. 6) se asemeja mucho á las formas que generalmente se hallan en el plioceno, pero con tubérculos mucho más alargados en el sentido transversal que los que esas últimas presentan. Bellardi, en su obra *I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria* (parte I, pág. 135, lám. X, fig. 6) consideró la forma del *Fusus longiroster* representado por Hörnes en la figura 5 de la lámina referida como tipo de una especie nueva á que dió el nombre de *F. æquistriatus*, y, efectivamente, esa distinción es una de las mejor fundadas, pues basta comparar los vértices de las dos conchas para reconocer en ellas diferencias muy marcadas.

Dimensiones: los ejemplares mayores alcanzan una longitud de 105 milímetros con un ancho de 35.

Yacimientos.—Según Hörnes y Foresti, esta especie se encuentra en el mioceno medio de Dax, Montpellier y Piamonte, y en el superior de Saubrigues, Tortona y cuenca de Viena; pero en el plioceno inferior es donde ofrece su máximo desarrollo. Brocchi la señala en el ducado de Plasencia y en las Crete Sanesi; Hörnes en Castell' Arquato y Palermo, aunque sin indicar para esta última localidad el nivel geológico; para Depontaillier es muy común en las arcillas azules del plioceno inferior de Biot, y para M. Fontannes rara en las arenas arcillosas de Millas (Pirineos orientales).

Fusus Puschi, Andr. Jejowski.

1830.—*Lathira Puschi*, Andr. Jejowski, *Notice sur quelques fossiles de Volhymie*, *Bull. de Moscou*, tomo II, pág. 95, lám. IV, fig. 2.
1856.—*Fusus Puschi*, Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, tomo II, pág. 282, lámina XXXI, fig. 6.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *op. cit.*, pág. 282.—Bellardi, *op. cit.*, pág. 196.

Nuestros ejemplares tienen todos los caracteres de los representados por Hörnes; pero, sin embargo, su canal es más larga, resultando en consecuencia de figura más prolongada. La forma que da Bellardi (*op. cit.*, lám. XIII, fig. 17) merece considerarse, y así lo hace este autor, como una variedad. Acaso merezca hacerse de ella una especie nueva.

Dimensiones: longitud, 54 milímetros; anchura, 24.

Yacimientos.—Hasta ahora no se había mencionado el *Fusus Pus-*

chi sino en el mioceno medio. Hörnes dice que es común en Grund y raro en Steinabrunn, Gainfahren, etc. También se ha encontrado, al mismo nivel, en Superga.

GÉNERO *TRITON*.

Triton nodiferum, Lamarck.

1814.—*Murex gyrinoides*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, pág. 401, lám. IX, fig. 9.
1822.—*Triton nodiferum*, Lamarck, *Histoire nat. des animaux sans vertèbres*, tomo VII, pág. 179.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *op. cit.*, tomo I, pág. 201.—Weinkauff, *Mittelsmeere*, tomo II, pág. 75.—Fontannes, *Les Mollusques pliocènes*, etc., tomo I, pág. 25.

Sólo un ejemplar recogimos en Los Tejares y éste en mal estado de conservación; pero su ápice presenta, sin embargo, todos los caracteres del *T. nodiferum*. Esta concha es bastante variable en sus adornos: nuestro ejemplar, con tubérculos más fuertes que los de los que proceden del Rosellón, se acomoda sobre todo al tipo representado por Hörnes (*op. cit.*, lám. XIX, fig. 2).

Dimensiones: todos los autores citan esta especie como una de las que alcanzan mayor tamaño; pero el estado de nuestro ejemplar no permite fijar sus dimensiones.

Yacimientos.—Aunque es muy raro que el *T. nodiferum* se encuentre en el mioceno medio, Hörnes lo señala á ese nivel en Superga (Italia) y en Dax (Francia), y Bellardi en Italia. También lo menciona Hörnes, pero como raro, en el mioceno superior de la cuenca de Viena. En el plioceno se ofrece con tal profusión que puede, con M. Fontannes, considerársele como característico de ese sistema: Bellardi y Cocconi lo mencionan en muchos yacimientos del plioceno inferior de Italia; M. Fontannes lo ha encontrado en las margas con *Cer. vulgatum* de las inmediaciones de Bollène (Vaucluse) y de Saint-Restitut (Drôme), pero siempre escaso, mientras que, por el contrario, es bastante común en las arcillas arenosas de Millas y de Banyuls (Pirineos orientales). Según Philippi, Seguenza y Monterosato se le halla en el plioceno superior de Sicilia y de Tarento, y también en el de Rodas, según M. Fischer, aunque aquí con escasez.

En fin, el *Triton nodiferum* ha persistido hasta nuestros días: Weinkauff lo menciona viviente en el Mediterráneo á profundidades que varían entre las de 4 á 100 brazas, en las costas de España (común en Gibraltar), de las islas Baleares, de la Provenza, del Piamonte, de Córcega y Cerdeña, de Nápoles, de Sicilia, del archipiélago Griego, de la Morea y de la Argelia, y existe también en el Atlántico en las costas de Francia, España y Portugal, en las de las islas Madera y Canarias y hasta en las del Senegal.

Género *RANELLA*.

Ranella marginata, Martini.

1777.—*Buccinum marginatum*, Martini, *Neues systematisches Conchylien Cabinet*, tomo III, lám. CXX, fig. 1101-1102.
1814.—*Buccinum marginatum*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, pág. 332, lámina IV, fig. 17.
1822.—*Ranella lævigata*, Lamarck, *Hist. nat. des animaux sans vertèbres*, tomo VII, pág. 154.
1823.—*Ranella marginata*, A. Brongniart, *Mémoire sur les terrains supérieurs du Vicentin*, pág. 65, lám. VI, fig. 7.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *op. cit.*, pág. 214.—Bellardi, *I Molluschi*, etc., pág. 243.—Pereira da Costa, *op. cit.*, pág. 252.—Fontannes, *op. cit.*, pág. 39.

Tampoco hemos encontrado más que un solo ejemplar de esta especie. En él la espira es muy corta, mucho más todavía que la de los procedentes del Rosellón; pero los demás caracteres son idénticos. Por lo demás, sabido es que esta concha varía según las localidades en que se encuentra, y M. Fontannes dice que el elemento más variable es la longitud relativa de la espira.

Dimensiones: longitud, 30 milímetros; anchura, 14.

Yacimientos.—Está demostrado que esta especie aparece en el mioceno medio: Bellardi dice que á ese nivel es muy común en Superga (Italia), y Hörnes la menciona en Dax (Francia). En el mioceno superior es frecuente en Italia (Bellardi), rara en la cuenca de Viena y en Saubrigues (Hörnes), y se encuentra también en Portugal, en Cacella y en Mutella (Pereira da Costa); pero donde principalmente llama la atención por su abundancia es en el plioceno: es muy común en Asti (Bellardi); Cocconi la menciona en Castell' Arquato, Lugagnano y Tabiano, donde abunda mucho; Foresti en los

dos tramos inferiores del plioceno de Bolonia; en Francia escasea en el plioceno inferior de Biot, pero, según Depontaillier, es muy frecuente en el medio del molino de l'Abadie, cerca de Cannes. M. Fontannes la ha encontrado en las capas con *Cer. vulgatum* de Bollène (Vaucluse) y de Saint-Restitut (Drôme), donde es muy rara, y abunda más en las arenas arcillosas de Millas y de Banyuls (Pirineos orientales).

La *Ranella marginata* vive todavía en el Atlántico en las costas de África: M. Fischer la recogió en las islas del Cabo Verde cuando la expedición del *Travailleur*.

GÉNERO *CASSIDARIA*.

Cassidaria echinophora, Linné.

1766.—*Buccinum echinophorum*, Linné, *Systema Naturæ*, ed. X, pág. 735; ed. XII, pág. 1198.
1814.—*Buccinum echinophorum*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, pág. 326.
1822.—*Galeodea echinophora*, Fontannes, *Les Mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon*, tomo I, pág. 100, lám. VII, fig. 1.
1837. — *Cassidaria echinophora*, Pusch, *Polens Palæontologie*, pág. 126, lám. XI, fig. 10.

Sinonimia y diagnosis: Brocchi, *op. cit.*, pág. 326.—Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, pág. 183.—Pereira da Costa, *op. cit.*, pág. 133.—Fontannes, *op. cit.*, pág. 100.

Nuestros ejemplares se acomodan á los figurados por M. Fontannes, aunque los tubérculos son en ellos un poco menos gruesos que en los procedentes del Rosellón. Las conchas de esta especie parece que presentan diferencias bastante considerables en los detalles de su ornamento, y los Sres. Cocconi y Fontannes han observado que el labro es en los ejemplares fósiles más grueso que en la concha de los vivientes. Las modificaciones que esta *Cassidaria* presenta han sido causa de que muchos autores hayan hecho especies nuevas de simples variedades de la misma: en el *Journal de conchyliologie* de 1863 (página 150), Tiberi publicó un trabajo en que demuestra que cuatro variedades de la *Cassidaria echinophora* habían recibido otros tantos nombres específicos diferentes.

Dimensiones: longitud, 48 milímetros; anchura, 30.

Yacimientos.—Esta especie parece rara en el mioceno superior, en el que Hörnes la cita en Baden y Pereira da Costa en Cacella. En el

plioceno inferior se ha recogido en muchos yacimientos, aun cuando en ninguno con abundancia: se menciona efectivamente en las Crete Sanesi y Asti (Brocchi); en las inmediaciones de Lugagnano, en Campila (Cocconi); en el nivel inferior del Monte Mario (Ponzi), y en Biot (Depontaillier). M. Fontannes la recogió en las margas con *Cer. vulgatum* de las inmediaciones de Bollène (Vaucluse), en las margas con *Ostrea cochlear* de Saint-Restitut (Drôme), en las arcillas con *Pecten Comitatus* de Bouchet (Drôme) y en las arcillas con *Nassa semistriata* de Horpieux (Isère); Marcel de Serres la señaló en las inmediaciones de Perpiñán; el Sr. de Monterosato en Monte Pellegrino y Ficarazzi, y Hörnes en Rodas.

Hoy vive en el Adriático y el Mediterráneo, según ya lo publicó Brocchi en 1814, y Weinkauff dice que se encuentra, á profundidades que varían de 4 á 6 brazas, en las costas de Francia, Italia, Córcega, Nápoles, Sicilia, Malta, Rávena, Venecia, Trieste, Zara, Morea, archipiélago Griego y Argelia. Es, pues, una especie que, tanto fósil como viviente, parece acantonada en la cuenca del Mediterráneo.

GÉNERO *CHENOPUS*.

Chenopus Uttingerianus, Risso.

1826.—*Chenopus Uttingerianus*, Risso, *Hist. nat. des environs de Nice*, tomo IV, pág. 225.

Sinonimia y diagnosis: Fontannes, *op. cit.*, tomo I, pág. 155.

Los tubérculos que adornan las crestas de nuestros ejemplares están un poco desgastados; mas, sin embargo, se reconoce que son semejantes á los de los figurados como procedentes de las margas subapeninas de Italia y del Rosellón.

Dimensiones: falta el ápice al mayor de los ejemplares de Los Tejares; la anchura es de 17 milímetros.

Yacimientos.—Hörnes confundió esta especie, á que daba con Bronn el nombre de *Ch. pes graculi*, con la *Ch. pes pelecani*, y, por consiguiente, no pueden tomarse en cuenta sus apreciaciones con respecto á la aparición de la misma. Según M. Fontannes, se la encuentra desde el mioceno superior; pero en la cuenca de Viena, agrega, los ejemplares difieren un poco de los del plioceno, y pudieran considerarse como intermedios entre el *Ch. pes pelecani* y el *Ch. Uttingerianus*. También confunden esas dos especies Cocconi y Pereira da

Costa; de modo que tampoco pueden tomarse en consideración las observaciones de estos autores. Parece que el *Ch. Uttingerianus* alcanza el máximo desarrollo numérico en el plioceno: M. Fontannes lo ha reconocido en las margas con *Cer. vulgatum* de Saint-Restitut, de Nyons y de Bollène; en las arcillas con *Pecten Comitatus* de Bouchet (Drôme); en las de Millas y de Banyuls, y en las margas arcillosas con *Nassa semistriata* de Horpieux (Isère).

GÉNERO *TURRITELLA.*

Turritella subangulata, Brocchi.

1814.—*Turbo subangulatus*, Brocc., *Conch. foss. subap.*, tomo II, pág. 374, lám. VI, fig. 16.
1853.—*Turritella subangulata*, Eichwald, *Lethæa Rossica*, pág. 279, lám. X, fig. 22.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *op. cit.*, pág. 428.—Fontannes, *Les Moll. plioc.*, etc., pág. 196.

Dos ejemplares poseemos, y los dos se asemejan á la figura del *Turbo acutangulus* dada por Brocchi (*loc. cit.*, pág. 10), el cual, como ha hecho notar M. Fontannes, sólo es una variedad del *T. subangulatus*. La quilla de su concha no se halla exactamente en medio de la vuelta de espira, sino algo más próxima á la parte superior. Es una forma muy afine á la *Turritella strobeliana* de Cocconi (*op. cit.*, página 192).

Dimensiones: longitud, 35 milímetros; anchura, 10.

Yacimientos.—Parece que la variedad *spirata* de la *Turritella subangulata*, variedad que corresponde al *Turbo spiratus* de Brocchi, se encuentra en el mioceno medio de Turena, y es seguro que el tipo verdadero de la *Turritella subangulata* se ofrece en el mioceno superior, en el que, si es raro en la cuenca de Viena, según Hörnes, abunda en Italia, en Tortona, por ejemplo. M. Fontannes no la ha encontrado en ningún nivel del grupo de Visan, por más que la especie se muestra en los depósitos de ese período en toda la cuenca mediterránea. Su distribución en el plioceno es más general: Brocchi cita el tipo principal y la variedad *acutangulata* en la base de ese sistema en las Crete Sanesi; Ponzi en el Monte Mario al mismo nivel; Foresti en el plioceno medio de las inmediaciones de Bolonia; Depontaillier la considera abundantísima en Biot; Théoulière y Villeneuve-Loubet en las arcillas azules del plioceno inferior, y común

en el plioceno medio de Cannes; y M. Fontannes la da como muy frecuente en las margas arcillosas con *Nassa semistriata* y en los faluns con *Cer. vulgatum* de Horpieux (Isère), Fay, Albon, Ponsas, Eurre, Saint-Restitut, Bouchet, Nyons (Drôme), Bollène (Vaucluse), Saint-Laurent-du-Pape, Bour-Saint-Andéol (Ardèche) y Saint-Cristophe (Bouches-du-Rhône). Falta, ó es muy rara, en el Rosellón.

Cocconi la creyó viviente en las costas de Túnez; pero piensa M. Fontannes que la concha á que dicho autor se refería no es de la *Turritella subangulata* típica, sino de una variedad nueva de esa especie.

GÉNERO *XENOPHORA*.

Xenophora crispa, Köning.

1825.—*Phorus crispus*, Köning, *Icones fossilium sectiles*, fol. Londini, número 58.
1836.—*Trochus crispus*, Philippi, *Enum. Moll. Siciliæ*, tomo I, pág. 183, lámina X, fig. 26.
1873.—*Xenophora crispa*, Cocconi, *Enum. sist. dei Moll. mioc. e plioc.*, etc., pág. 198.

Sinonimia y diagnosis: Fontannes, *op. cit.*, tomo I, pág. 204.

Aunque nosotros sólo hallamos un ejemplar de esta especie, se ha citado tanto en Los Tejares, que debe considerarse como bastante frecuente en ese yacimiento. Sus caracteres son constantes; no presenta sino variaciones individuales; con frecuencia su tamaño es muy grande.

Dimensiones: longitud, 135 milímetros; anchura, 110.

Yacimientos.—La *Xenophora crispa* es una especie característica del terreno plioceno: Brocchi la cita en el tramo inferior; Foresti en Monte Mario á ese mismo nivel; Depontaillier recogió en las margas de Biot muchos ejemplares que á ella refiere, aun cuando con alguna duda; Cocconi dice que es más bien característica de las arenas del tramo medio; M. Fontannes la obtuvo en las arcillas sabulosas de Millas y de Banyuls, pero con escasez; el Sr. de Monterosato la señala en el plioceno superior de Monte Pellegrino y Ficarazzi, y M. Fischer á esa misma altura en Rodas.

Philippi la halló viviente en Panormi; Jeffreys la recogió á bordo del *Porcupine* en Rasel Amoush, y dice que vive también en el golfo de Gascuña (de Folin) y en las costas mediterráneas de Cerdeña y Argelia, así como en el Atlántico en las islas del Cabo Verde (expe-

dición de *La Gazelle)* y en la costa de África *(Talisman)*, á profundidades que varían entre 47 y 486 brazas.

GÉNERO *NATICA*.

Natica helicina, Brocchi.

1814.—*Natica helicina*, Brocc., *Conch. foss. subap.*, pág. 297, lám. I, fig. 10.
1856.—*Natica helicina*, Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, pág. 525, lám. XLVII, figs. 6 y 7 (en parte).

Sinonimia y diagnosis: Weinkauff, *Mittelsmeere*, pág. 249.—Fontannes, *op. cit.*, tomo I, pág. 115.

Nuestros ejemplares difieren de los de Italia tanto como éstos de los del Rosellón ó del valle del Ródano; pero es la *Natica helicina* una especie tan variable que no creemos pueda hacerse con los primeros ni segundos una variedad.

Dimensiones: no podemos fijarlas porque están rotas las bocas de todos los ejemplares.

Yacimientos.—Según Hörnes, la *Natica* de que hablamos aparece en el mioceno medio de Turena, Suiza y Superga; pero abunda más en el superior, donde la cita en muchos puntos de la cuenca de Viena. El plioceno es, sin embargo, el terreno en que más se extiende: Brocchi la señala en el tramo inferior; Cocconi en ese y en el medio; Foresti en el inferior de Monte Mario, y á ese nivel y en el medio en Bolonia; Depontaillier dice que se halla en el plioceno inferior; Fontannes la ha recogido en las arcillas sabulosas de Banyuls y de Neffiach (Pirineos orientales), en las margas y faluns con *Cer. vulgatum* de Bollène, Vaison (Vaucluse), Nyons, Saint-Restitut y Eurre (Drôme) y en las arcillas con *Pecten Comitatus* de Bouchet (Drôme) y Bourg-Saint-Andéol (Ardèche); Weinkauff la indica en el plioceno de Argelia y en el de Bélgica, y Wood en el crag de Sutton y de Bridlington (Inglaterra). Cítase también en el plioceno superior de Rodas (Fischer), de Cos (Tournonër), de Chipre (Gaudry) y de Sicilia (Monterosato), y en la formación glacial de la Clyde; pero opina M. Fontannes que los ejemplares procedentes de depósitos cuaternarios deben referirse más bien que al tipo de la especie á otras formas afines con ella.

La *Natica helicina* vive en las costas de Italia, según Brocchi, Philippi y Cocconi; en las de Francia y de España, según Weinkauff,

quien dice que es también frecuente en el Atlántico en las costas de Noruega, Inglaterra, Francia y España.

Natica Companyoni, Fontannes.

1871.—*Natica neglecta*, Mayer, *Couches à congeries du bassin du Rhône*, página 12.
1876.—*Natica neglecta*, Fontannes, *Les terrains tertiaires du haut comtat Venaissin*, pág. 76.
1882.—*Natica Companyoni*, Fontannes, *Les Mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon*, tomo I, pág. 113, lám. VII, fig. 9.

Sinonimia y diagnosis: Fontannes, *Les Mollusques pliocènes*, etc., tomo I, pág. 113.

Las conchas que referimos á esta especie están mal conservadas; pero pueden identificarse á la especie de Fontannes. Se aproximan bastante á la de *Natica millepunctata* figurada por Hörnes (*op. cit.*, lám. XLVII, fig. 12), la cual, sin embargo, tiene una forma un poco más dilatada que la de nuestros ejemplares. Éstos no muestran más adornos que las estrías de crecimiento, circunstancia que hace que se asemejen más al tipo representado por Fontannes; pero no hay que perder de vista que como las manchitas que caracterizan la *N. millepunctata* viviente pueden desaparecer al fosilizarse, por descomposición de la materia orgánica, no quedando entonces para su determinación más guía que la forma, bien pudiera suceder que la *N. Companyoni* no fuese sino una variedad de la *N. millepunctata*, y, en efecto, el mismo M. Fontannes hace notar que con las conchas de esta última, procedentes de la cuenca de Viena, es con quienes su tipo tiene más afinidades.

Dimensiones: no podemos precisarlas porque ninguno de nuestros ejemplares conserva completa la boca.

Yacimientos.—No teniendo á la vista los diferentes ejemplares de *N. millepunctata* mencionados en el mioceno y el plioceno por diversos autores, no podemos averiguar cuáles de ellos habría que referir á la *N. Companyoni*, ni tampoco, por consiguiente, señalar los yacimientos de esta última. Nos limitaremos, pues, á indicar que M. Fontannes la ha recogido en las arcillas sabulosas de los valles del Tech y del Tet (Pirineos orientales), donde es común, y en las margas con *Cer. vulgatum* de las inmediaciones de Visan (Vaucluse) y de Saint-Restitut (Drôme), donde es bastante rara.

GÉNERO *TURBO*.

Turbo fimbriatus, Borson.

Lám. O, fig. 3 *a*, *b*, *c*.

1821.—*Trochus fimbriatus*, Borson, *Mem. Acc. de Torino*, tomo XXVI, página 331, lám. II, fig. 3.
1831.—*Turbo fimbriatus*, Bronn, *Ital. tert. Geb.*, pág. 56.

Diagnosis: «Testa conico-depressa; anfractibus subincavatis, arcuatim eleganter striatis; margine inferiori spinoso, spinis distantibus fimbriatis; altero granoso, basis margine incavata, spinarum duplici serie donata.»

Como esta especie se ha confundido con mucha frecuencia, ya con el *Turbo tuberculatus*, ya con el *T. rugosus*, hemos creído conveniente reproducir la diagnosis tal cual Borson la dió en 1821. Además, como la figura que este autor da, dibujada por él mismo, apenas basta para reconocer los caracteres de la especie que representa, hemos considerado útil figurar uno de los individuos recogidos por de Verneuil en Los Tejares; ejemplar que pertenece á la colección que se conserva en l'École des mines, y que al efecto nos lo prestó M. Douvillé.

Borson no encontró más que tres ejemplares y en mal estado, los cuales presentaban entre sí algunas diferencias en cuanto al número de series de granulaciones que adornan la concha. La que hemos hecho dibujar lleva dos de esas series; pero recogimos ejemplares con una sola, lo cual, así como las difereneias que en los suyos señala Borson, no tiene importancia.

Dimensiones: altura, 23 milímetros; ancho, 34.

Yacimientos.—Seguenza menciona esta especie en el tortonés; los ejemplares de Borson procedían de las margas azules de Asti.

LAMELIBRANQUIOS.

GÉNERO *ARCA*.

Arca diluvii, Lamarck.

1819.—*Arca diluvii*, Lamarck, *Historie naturelle des animaux sans vertèbres*, tomo VI, pág. 45.

Sinonimia y diagnosis: Brocchi, *op. cit.*, pág. 477.—Bronn, *Le-*

thœa geognostica, tomo III, pág. 378.—Nyst, *Coquilles et polypiers foss. de la Belgique*, pág. 255.—Weinkauff, *op. cit.*, tomo I, página 198.—Hörnes, *op. cit.*, pág. 333.—Fontannes, *op. cit.*, tomo II, pág. 164.

Presenta esta especie un número tan grande de formas, que no es posible encontrar en ellas caracteres de suficiente constancia para establecer variedades. Las dimensiones son los elementos más inconstantes; y comparando las diferentes figuras que de aquéllas se han publicado, hemos deducido que en Los Tejares predominan los dos tipos extremos, ó sean el globoso y el alargado.

M. Fontannes ha observado que en esta especie se hallan hacia el centro de la charnela, en el punto de divergencia de las series de dientes anteriores y posteriores, dos más gruesos y salientes que los otros, así como son naturalmente más anchos y profundos los intervalos que les corresponden; lo cual parece un modo de tendencia hacia la disposición más general de los dientes cardinales de los dimiarios. Desde el punto de vista teórico, este hecho es de una importancia capital si se admite con M. Munier-Chalmas que todos los dientes de las especies polidentadas no son sino adventicios, y que probablemente serían los dos cardinales los que reaparecerían si las arcas perdiesen los de sus charnelas. Únicamente las excepciones que vayan observándose en este grupo, serán las que permitan reconocer si al de las polidentadas debe considerarse como una reunión de tipos anormales mejor que como una familia natural.

Dimensiones: el más grande de nuestros ejemplares mide 35 milímetros de diámetro antero-posterior y 22 de altura.

Yacimientos.—Aparece el *Arca diluvii* en el mioceno medio, una vez que Hörnes la menciona en Superga, Burdeos, cabo Couronne, cerca de Martigues, y Saint-Gall. En el mioceno superior sus yacimientos son numerosos, y el mismo Hörnes la señala á este nivel en Martignone y Pradalbino, cerca de Bolonia y Saubrigues, siendo también muy frecuente en la cuenca de Viena, en el *leithakalk* y en las arcillas de Baden; pero es más característica del terreno plioceno: Brocchi la indica en el tramo inferior del ducado de Plasencia, de las Crete Sanesi, etc.; Foresti en el de Bolonia; Ponzi en el de Monte Mario; Cocconi en los tramos inferior y medio; Depontaillier dice que es abundantísima en las margas de Biot, y muy rara en las arenas de Cannes sobrepuestas á esas margas; Nyst la ha encontrado con escasez en Anveres, y, finalmente, M. Fontannes la ha reco-

gido en un gran número de localidades, tales como en las margas y faluns con *Cerithium vulgatum* de Isère, Saint-Restitut, Nyons, Bollène, Orange, Saint-Laurent-du-Pape, Bourg-Saint-Andéol, Théziers, y en las arcillas sabulosas de Banyuls. En toda esa región ha encontrado M. Fontannes que el tipo mioceno se distingue perfectamente del plioceno por su forma más globosa, siendo la diferencia bastante considerable para que este autor haya creido poder dar al primero un nuevo nombre específico, y efectivamente los ejemplares de Málaga son de forma más larga que la de los figurados como representantes del tipo mioceno. El Sr. de Monterosato ha recogido esta especie en el plioceno superior de Monte Pellegrino y de Ficarazzi, y Fischer dice que se conoce en el de Tarento y de Rodas.

Según Brocchi, el *Arca antiquata*, que vive en el Océano Índico, en América, y en el Mediterráneo, no es otra que la *diluvii;* Weinkauff la menciona con su verdadero nombre en las costas mediterráneas de España, mediodía de Francia, Piamonte, Córcega, Nápoles, Tarento, Sicilia, Malta, Morea, archipiélago Griego, Argelia y Túnez, en las de la isla Madera en el Atlántico y en el mar Rojo; pero si ha de creerse á M. Fontannes, no es el *Arca diluvii*, sino otra especie muy afine á ella (*A. Polii*, Mayer), la que se encuentra en todas esas regiones. Sin embargo, M. Fischer la ha extraído entre Orán y Gibraltar desde profundidades variables entre 400 y 900 metros.

GÉNERO *PLEURONECTIA*.

Pleuronectia cristata, Bronn.

1814.—*Ostrea pleuronectes*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, pág. 573.
1826.—*Pecten pleuronectes*, Risso, *Hist. nat. de Nice et des Alpes Maritimes*, tomo IV, pág. 300.
1831.—*Pecten cristatus*, Bronn, *Ital. tert. Gebilde*, pág. 116.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, tomo II, página 419.—Fontannes, *Les Mollusques pliocènes*, etc., tomo II, página 198.

Nuestros ejemplares se acomodan completamente al tipo representado por M. Fontannes (*op. cit.*, tomo II, pág. 198, lám. XIII). Sus dimensiones, bastante variables, dependen con seguridad de la edad de los individuos, y éstos se distinguen muy bien de los miocenos de la cuenca de Viena representados por Hörnes con el nombre de

Pecten cristatus, á los cuales separa M. Fontannes de la especie pliocena dándoles el nombre de *Pleuronectia badensis*. Aunque los que recogimos en el arrabal de Málaga no están en perfecto estado de conservación, puede apreciarse en ellos que su altura es mayor que el ancho, lo cual no se verifica en la especie de Baden.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 75 milímetros; altura, 77.

Yacimientos.—Lo más prudente para señalar los yacimientos de nuestra *Pleuronectia* es seguir á M. Fontannes en la separación que éste hace de las formas pliocenas y miocenas, además de que sólo Cocconi, Hörnes y Seguenza la mencionan en el mioceno. En realidad es característica del plioceno de la cuenca del Mediterráneo: Brocchi la cita en el tramo inferior de ese sistema en el valle de Andona cerca de Asti, en Castell' Arquato, Crete Sanesi, Toscana, etc.; Cocconi, al mismo nivel, en Diolo, Montezago, Variatico, etc.; Ponzi en Monte Mario; Foresti en los dos tramos inferiores del plioceno de Bolonia. Según Philippi, es una especie frecuente en el plioceno superior de Sicilia; Depontaillier dice que es muy común en las margas de Biot y rara en las arenas de Cannes; M. Fontannes la ha encontrado en las margas con *Nassa semistriata* y *Cer. vulgatum* de Saint-Restitut, Granges-Gontardes, Nyons, Saint-Ariès, Gigondas, Vacqueyras, Orange, Fournes, Meynes, Tresque y Combe (Gard); pero siempre con escasez, siendo todavía mucho más rara en las arcillas sabulosas de Millas (Pirineos orientales). El mismo autor hace observar que la referida especie, bastante esparcida en las arcillas pliocenas de Italia, es rara en la porción meridional de Francia, y atribuye esa diferencia á que los depósitos de la primera de esas dos regiones son más litorales aún que los de la segunda, y la *Pleuronectia cristata* más litoral también que los *Pecten*.

Brocchi, citando la opinión de Linné, supone que todavía vive en el Océano Índico.

GÉNERO *PECTEN*.

Pecten scabrellus, Lamarck.

1814.—*Ostrea dubia*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, pág. 375, lám. XVI, figura 16.

1819.—*Pecten scabrellus*, Lamarck, *Hist. nat. des anim. sans vertèbres*, tomo VI, pág. 183.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes (part.), *op. cit.*, tomo II, pág. 414. —Fontannes, *op. cit.*, tomo II, pág. 187.

El único ejemplar que recogimos presenta todos los caracteres de la especie. Aunque pequeño, muestra 18 costillas en el interior de la concha, si bien las dos de los extremos están muy poco marcadas. Dichas costillas son de sección angulosa junto al borde de las valvas; las estrías de crecimiento se tuercen ligeramente hacia el gancho las de las costillas y hacia el borde de la valva las de los espacios intercostales, y unas y otras se borran á cierta distancia del ápice. No obtuvimos más que una valva, la derecha, igual á la representada por M. Fontannes (*op. cit.*, tomo II, lám. XII, figs. 2 y 3, pág. 187).

Dimensiones: diámetro umbo-marginal, 28 milímetros; diámetro antero-posterior, 27.

Yacimientos.—Dice Seguenza que esta especie se encuentra en los tramos helvético y tortonés; pero acaso, lo mismo que Hörnes, la confundiese con el *Pecten Malvinæ.* Brocchi la señala en el plioceno inferior del ducado de Plasencia y del valle de Andona; Cocconi en el de Castell' Arquato, Thiorzo, Lugagnano y Cazzola, en el ducado de Parma; Depontaillier la considera muy común en el plioceno inferior de Biot y en el medio de Caunes; Wood, confundiéndola con el *P. dubius*, la cita con este último nombre en el *coralline crag* y el *red crag* de Sutton; M. Fontannes la ha recogido en las arcillas sabulosas y arenas amarillas de Millas y de Banyuls, y puede ser que Philippi la hallase también en el plioceno superior de Reggio; pero, á la verdad, esas indicaciones no merecen entera confianza, porque muchos autores han comprendido bajo el nombre de *Pecten scabrellus* multitud de formas que pudieran constituir variedades y probablemente hasta especies distintas.

EQUINOIDES.

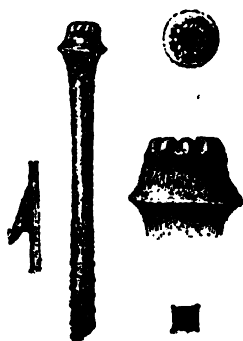
GÉNERO *RHABDOCIDARIS*.

Rhabdocidaris, nov. sp.

En las margas azules de Los Tejares hallamos una radiola rota de equinoide que no pertenece á ninguna especie hasta ahora conocida, ni viviente ni extinguida. Siendo desconocido el carapacho á que correspondió, no es posible determinar con exactitud el género á que deba referirse la especie en cuestión; pero como las radiolas del *Rhabdocidaris* presentan en el botón, con más frecuencia que las del *Cidaris*, los dentículos que muestra nuestro ejemplar, creemos que,

hasta que se posean más datos, debe comprenderse en el primero de estos dos géneros.

Fig. 11.



La porción que obtuvimos de esa radiola (fig. 11) mide una longitud de 38 milímetros; su forma es alargada; la sección, circular cerca de la gargantilla y de diámetro de 3 milímetros, resulta casi cuadrada, con 2 milímetros de lado y ángulos redondeados, desde los 20 milímetros á contar de la gargantilla hasta el punto de fractura; la superficie está cubierta de costillitas longitudinales, lisas y muy finas, que pasan de la porción cilíndrica á la prismática sin cambiar ni de dimensiones ni de forma.

En la porción prismática se observa que sobre cada una de sus aristas se desarrolla una fila de espinas pequeñas desigualmente espaciadas, y las superiores, un poco más grandes que las inferiores, colocadas de modo que no se corresponden enfrente unas de otras las de las cuatro filas. Las costillitas que cubren la superficie de la radiola se prolongan casi hasta la extremidad de esas espinas, así como por el lado opuesto se adelgazan en el punto en que la radiola se ensancha para formar el collarcito, de manera que éste resulta liso. Es además corto, se halla oblicuo con relación al eje de la radiola, lo limita un bocel bien aparente y su diámetro es de 6,5 milímetros.

El botón tiene una altura de 3 milímetros; la cara articular, que parece separada del resto por el intermedio de una zona lisa, tiene un diámetro de 4 milímetros y está formada por diez dentículos colocados en el sentido de los radios y más anchos hacia el eje que al exterior.

CORALARIOS.

GÉNERO *FLABELLUM.*

Flabellum malagense, nov. sp.

Polipero casi pedicelado (fig. 12), recto, muy comprimido, sobre todo en la porción inferior, cuneiforme. Las caras de compresión presentan costillas ligeramente salientes; los bordes laterales se ha-

llan guarnecidos de crestas pronunciadas. Cáliz elíptico, cuyo eje mayor es de 23 milímetros, y de 17 el menor. Seis tabiques primarios iguales y simétricamente colocados; otros seis secundarios, también iguales y simétricos; doce terciarios, iguales, un poco más delgados que los de los dos primeros ciclos; veinticuatro cuaternarios desiguales, de los que los ocho primeros anteriores y los dos últimos posteriores (1) son mayores que los restantes.

Fig. 12.



Pseudo-columnilla, casi esponjosa, alargada en el sentido del eje mayor.

FÓSILES PLIOCENOS

DE SAN PEDRO DE ALCÁNTARA.

INVERTEBRADOS.

PTERÓPODOS.

GÉNERO *CLEODORA*.

Cleodora pyramidata, Linné.

1790.—*Clio pyramidata*, Linné, *System. Naturæ*, ed. XIII, pág. 3148.
1842.—*Cleodora pyramidata*, Cantraine, *Malac. Medit.*, pág. 30, lám. I, fig. 9.

Sinonimia y diagnosis: Bellardi, *I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria*, tomo I, pág. 30.—Weinkauff, *Mittelsmeere*, tomo II, pág. 426.

Aunque los ejemplares de esta especie, muy abundantes en San Pedro de Alcántara, se acomodan en su conjunto al figurado por Souleyet (*Voyage de la Bonite*, lám. VI, figs. 17-25), cabe distinguir en ellos, atendiendo á algunas variaciones en los detalles, cuatro grupos principales, á saber:

α. Forma absolutamente idéntica á la que da Souleyet.

(1) Según las observaciones de M. Munier-Chalmas en los *Turbinolia*, la orientación del *Flabellum* es la del eje mayor de su cáliz.

β. Forma muy afine á la precedente, aunque algo más rechoncha. El pliegue central es más ancho que en la forma α; la cara dorsal no lleva quilla.

γ. El mismo pliegue central que en la forma precedente; pero la cara ventral es cóncava.

δ. La cara ventral es convexa, y el pliegue central mayor que en todas las otras formas.

Las especies fósiles del género *Cleodora* son bastante raras en el plioceno. Wood únicamente cita una, la *C. infundibulum*, en el crag de Inglaterra.

Dimensiones: el mal estado de conservación de todos nuestros ejemplares impide apreciarlas de modo que tengan alguna significación.

Yacimientos.—Según Bellardi, la *Cleodora pyramidata* aparece en el mioceno superior de Mondovi, donde es frecuente, y se halla al mismo nivel, pero rara, en Vezza, cerca de Alba, en arenas cuarzosas, pero parece que corresponde más bien al plioceno. El mismo Bellardi y Bronn la mencionan en el plioceno inferior de las colinas de Astésan; Ponzi en el del Monte Mario, donde dice abunda; Depontaillier menciona como raro el género *Cleodora* en el plioceno medio de Cannes, pero sin designar ningún nombre específico, y, por último, la *C. pyramidata* se ha encontrado en el plioceno superior de Ficarazzi (de Monterosato) y de Rodas (Fischer).

También se menciona viviente en gran número de puntos, y aun, al decir de Souleyet, debe hallarse en todos los mares. Cantraine y Philippi la señalan en Mesina; Forbes en el archipiélago Griego; Philippi en el Atlántico y en todo el Mediterráneo; M. de Monterosato en las profundidades grandes de ese último mar.

GÉNERO *HYALEA*.

El único ejemplar que con seguridad podemos referir á este género no conserva sino la cara posterior de la concha, no siendo, en consecuencia, posible llegar con él á ninguna determinación específica.

Aparece el género *Hyalea* en el mioceno medio. Philippi, Bellardi y Weinkauff mencionan especies procedentes del mioceno medio y del plioceno. Depontaillier hace observar que es rarísimo en las margas de Biot.

GASTERÓPODOS.

GÉNERO *BULLA*.

Bulla acuminata, Bruguière.

1789.—*Bulla acuminata*, Bruguière, *Encyclop. méthod.*, tomo I, pág. 376, lámina XXI, fig. 7 *a-c*.
1868.—*Volvula acuminata*, Weinkauff, *Mittelsmeere*, tomo II, pág. 202.

Sinonimia y diagnosis: Brocchi, *Conch. foss. subap.*, pág. 276.—Philippi, *Enum. Moll. Siciliæ*, tomo I, pág. 122.—Nyst, *Coquilles et polypiers foss. de la Belgique*, pág. 457.—Wood, *Crag. Moll.*, tomo I, pág. 174.

Cualquiera que sea la región en que se haya encontrado, siempre ha resultado que esta especie, de talla pequeña, es muy constante en su forma.

Dimensiones: en el mayor de los numerosos ejemplares que recogimos, la longitud es de 4 milímetros; la anchura de milímetro y medio.

Yacimientos.—Parece que apareció en el plioceno; pero Nyst la menciona en el mioceno medio de Dax. En el primero de esos terrenos se encuentra en las Crete Sanesi (Brocchi), en el *coralline crag* de Sutton (Wood), en las arenas glauconiosas de Anveres (Nyst) y en el plioceno superior de Palermo (Philippi).

En fin, vive todavía en el Mediterráneo (Philippi, Nyst), principalmente en las costas de Cerdeña, Sicilia, Iliria y Argelia (Weinkauff), y se encuentra también en el Atlántico en las costas de Noruega y de la Gran Bretaña.

GÉNERO *MARGINELLA*.

Marginella auris leporis, Brocchi.

Lám. O, fig. 4 *a, b*.

1814.—*Voluta auris leporis*, Brocchi, *op. cit.*, pág. 320, lám. IV, fig. 2 *a, b*; *Marginella auris leporis*, Brocchi, *ibid.*

El único ejemplar que de esta especie obtuvimos se acomoda muy bien á la descripción de Brocchi; pero como no nos parece suficien-

temente exacta la figura que este autor da para representarla, sobre todo en lo que concierne á la forma de la boca, hemos creido útil hacer que se dibuje de nuevo. Aun cuando Brocchi le dió el nombre de *Voluta*, reconoció que los caracteres genéricos la referían al *Marginella* de Lamarck.

D'Orbigny cita la *Voluta auris leporis* en su tramo 26 (falúnico), y considera á Grateloup como fundador de la especie; pero se equivocó. Grateloup da, en su *Conchyliologie foss. des terr. tertiair. du bassin de l'Adour (envir. de Dax)*, una figura (lám. XXXVIII ó II de las *Volutas*, fig. 20) que, con aquel nombre, representa una voluta ó una marginela, cuyo borde está roto, y que es más ancha que nuestro ejemplar, al cual no se parece. Además, Grateloup envía para esta especie á Sowerby (*Min. Conch.*, lám. XC, fig. 3), y el autor inglés da á la que representa el nombre de *Voluta magorum*, que dice pertenece al *Londonclay* y que no tiene ninguna semejanza con el ejemplar recogido en San Pedro.

Dimensiones: longitud, 50 milímetros; anchura, 21.

Yacimientos.—Esta especie parece rara: sólo se ha mencionado en el plioceno de Italia por Brocchi y por Cocconi.

GÉNERO *CERITHIUM*.

Cerithium scabrum, Olivi.

1792.—*Murex scaber*, Olivi, *Zoologia adriatica*, pág. 153.
1792.—*Cerithium lima*, Bruguière, *Encyclop. méthod.*, tomo I, pág. 495.
1856.—*Cerithium scabrum*, Bronn, *Lethæa geognostica*, tomo VI, pág. 511, lámina XLI, fig. 10.

Sinonimia y diagnosis: Weinkauff, *op. cit.*, tomo II, pág. 161.—Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, tomo I, pág. 410.—Fontannes, *Les Mollusques pliocènes*, etc., tomo I, pág. 166.

El único ejemplar que poseemos presenta el mismo ornamento que el que se observa en el individuo joven representado por Monsieur Fontannes. Los tubérculos están dispuestos en cuatro filas, y los de la penúltima vuelta de espira son bastante menos salientes que los de las demás.

M. Fontannes ha notado que los ejemplares procedentes de las margas y faluns de Saint-Ariès ofrecen una forma constante, mientras que ésta y los adornos son variables en los del Rosellón, entre

los cuales hay algunos idénticos al tipo viviente. Según el mismo autor, la forma de Saint-Ariès se asemeja á la que hoy vive en las aguas salobres del Languedoc. Á nuestro ejemplar, que está roto, le falta precisamente la porción anterior, que es en la que se distinguen las variedades, y no podemos, por consiguiente, decidir á cuál de éstas debe referirse; mas, sin embargo, de todas las figuras que se han dado para esta especie, á las que más se asemeja es á las de las conchas procedentes del mioceno superior.

Dimensiones: longitud, 2,5 milímetros; anchura, 1.

Yacimientos.—Es indudable que el *Cer. scabrum* aparece en el mioceno medio del mediodía de Europa; pero no se desarrolla sino en el superior, atravesando después el plioceno y el cuaternario. Vive todavía. Como regiones en que más abunda en depósitos del mioceno medio, Hörnes menciona Steinabrünn, el Bordelais, Turena y las colinas de las inmediaciones de Turín; Da Costa lo señala en el mioceno superior de Cacella y Mutella (Portugal), y á igual nivel se encuentra en Monte Gibbio (Fontannes). En el plioceno es muy común y parece propio de formaciones litorales: en el tramo medio de Cannes lo encontró Depontaillier en abundancia, y no es menos frecuente en el inferior de Italia, en Castell' Arquato, Pisa, Bolonia (Foresti), Módena y Siena. M. Fontannes lo ha recogido en las margas y faluns con *Cer. vulgatum* en las inmediaciones de Bollène (Vaucluse); en Saint-Restitut (Drôme), donde es muy común; en las margas con *Nassa semistriata* de Saint-Laurent-du-Pape (Ardèche), y en las arcillas sabulosas de Millas y de Banyuls, en las que es raro. Se encuentra además en el plioceno superior de Monte Pellegrino y de Ficarazzi (de Monterosato), Cos, Chipre y Rodas (Fischer), y se cita, finalmente, en el cuaternario de Biot (Depontaillier) y de Suecia (Weinkauff).

Viviente ocupa gran extensión: Weinkauff lo menciona en las costas mediterráneas de España é islas Baleares, del mediodía de Francia, Piamonte, Córcega, Nápoles, Tarento, Sicilia, Ancona, Venecia, Trieste, Pirano, Túnez y Argelia, y en el Atlántico en las de Noruega, Kiel, Gran Bretaña, Francia, Portugal, Marruecos, y en las de las islas Madera, Canarias y Azores. Bruguière lo menciona en las aguas de Guadalupe. Según Weinkauff, el *Cer. scabrum* vive entre 0 y 180 brazas de profundidad.

GÉNERO *VERMETUS*.

Vermetus intortus, Bronn.

1837.—*Vermetus intortus*, Bronn, *Lethæa geog.*, pág. 433, lám. XXXVI, figuras 18 *a*, *b*, *c*.
1838.—*Serpula intorta*, Lamarck, *Hist. des anim. sans vertèbres*, édit. Deshayes, tomo V, pág. 623.
1848.—*Vermetus intortus*, Wood, *Monogr. of the Cray Mollusca*, tomo I, página 113, lám. XII, fig. 8.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *op. cit.*, tomo I, pág. 113.—Fontannes, *op. cit.*, tomo I, pág. 201.

Los ejemplares de esta especie abundan mucho en San Pedro de Alcántara; se acomodan perfectamente á las descripciones y figuras dadas por diversos autores, y muestran con toda claridad que, á medida que se desarrollaba el animal, la concha iba perdiendo sus adornos, circunstancia que es efectivamente uno de los principales caracteres de este *Vermetus*. Su forma es muy constante, y no parece que en ella se observan más variaciones que las que se refieren á la talla: nuestros ejemplares son del tamaño de los figurados por Bronn, Wood y Fontannes. Como el *Vermetus intortus* tiene grandes analogías con otros muchos, existe cierta confusión en las diferentes sinonimias publicadas: nosotros no las discutimos aquí, y nos limitamos á remitir al lector á las figuras que, concordantes entre sí, dan los tres autores últimamente mencionados.

Dimensiones: no podemos señalar la longitud de nuestros ejemplares, porque todos están rotos en sus extremos. El diámetro mayor del más grande de todos ellos es de 3 milímetros.

Yacimientos.—Desde el mioceno medio esta especie se encuentra en la cuenca de Viena en Gainfahren y Steinabrünn, y en todas partes es común al decir de Hörnes. Á ese mismo nivel, Mayer la cita en Suiza (Lucerna y Saint-Gall), y también se halla en Francia en los faluns de Turena, Burdeos y Dax. Los yacimientos en el plioceno son numerosos: se ha encontrado en Italia en las margas subapeninas de Asti, Castell' Arquato, Módena, Bolonia, Siena y Palermo, y en Francia, según Depontaillier, en Biot y la Théoulière; en el plioceno medio, Wood la menciona en el *cor. crag* de Ramsholt y Sutton, así como en el *red crag* de Sutton, Bromswell y Brightwell, y M. Fontannes en las margas con *Nassa semistriata* de Saint-Resti-

tut (Drôme), en las margas y faluns con *Cer. vulgatum* de Bollène (Vaucluse) y en las arcillas sabulosas de Millas (Pirineos orientales). Asimismo se ha recogido en el plioceno de Argelia (Weinkauff), y, finalmente, Philippi menciona en el plioceno superior de Sicilia el *Vermetus subcancellatus*, que bien pudiera ser el *V. intortus*.

Este último vive todavía en el Mediterráneo, en las costas de Piamonte, Córcega, Nápoles, Sicilia, Istria, archipiélago Griego y Argelia; pero observa M. Fontannes que ha desaparecido del Atlántico, á pesar de que existía en las costas de Inglaterra durante el período plioceno.

GÉNERO *CALYPTRÆA*.

Calyptræa chinensis, Linné; *var.* **muricata**, Brocchi.

1758.—*Patella chinensis*, Linné, *Systema Naturæ*, ed. X, pág. 781.
1814.—*Patella muricata*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, tomo II, pág. 254, lám. I, fig. 2.
1814.—*Patella sinensis*, Brocchi, *ibid*, pág. 256.
1856.—*Calyptræa chinensis*, Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, pág. 632, lám. L, figs. 17 y 18.
1861.—*Calyptræa muricata*, Companyo, *Hist. nat. des Pyrénées-Orientales*, pág. 379.

Sinonimia y diagnosis: Weinkauff, *Mittelsmeere*, tomo II, página 333.—Hörnes, *op. cit.*, tomo I, pág. 632.—Cocconi, *Enum. sist. dei Moll. mioc. e plioc.*, etc., pág. 199.—Fontannes, *op. cit.*, tomo I, pág. 205.

La lámina espiral que caracteriza al género está muy bien conservada en todos nuestros ejemplares; pero las granulaciones de la superficie externa de la concha son poco numerosas, y sólo ocupan una ó, á lo sumo, dos de las vueltas; hecho que se explica teniendo en cuenta que son de individuos jóvenes. Por lo demás, todos sus caracteres se acomodan á la descripción de M. Fontannes.

Siguiendo á este autor y á Wood, pensamos que la *Cal. muricata* de Brocchi es una variedad de la *Cal. sinensis*, puesto que, en efecto, no se distinguen una de otra sino por las granulaciones, que abundan más en esta segunda que en la primera. Brocchi admitía que son dos variedades, cuyas diferencias proceden de la de los medios en que viven.

Dimensiones: altura, 2 milímetros; ancho, 5.

Yacimientos.—Esta especie abunda ya en el mioceno medio, en el

cual se ha encontrado en Francia en Turena, Salles y Cestas cerca de Burdeos, Saint-Paul junto á Dax, Léognan, Saucats y Mérignac; en Italia, en Turín; y en Suiza. También se la conoce en el mioceno superior de la cuenca de Viena. En el plioceno es muy frecuente: en Italia, Brocchi la cita en Asti, Bronn en Castell' Arquato, Cocconi en los dos tramos inferiores, Foresti en el tramo medio de Bolonia y en Monte Mario, Hörnes en Módena y Siena. En las costas de Provenza se ha recogido en los dos tramos inferiores; M. Fontannes la ha obtenido en las margas con *Cer. vulgatum* de las inmediaciones de Bollène (Vaucluse) y en las arcillas sabulosas de Millas y de Banyuls (Pirineos orientales), pero siempre bastante rara; Nyst en Anveres; Wood en el *coralline crag* de Sutton, Gedgrave y Ramsholt y en el *red crag* de muchas localidades, y se menciona también en varios puntos de Argelia. En el plioceno superior, Philippi y el Sr. de Monterosato la indican en Tarento y Sicilia, Hörnes y M. Fischer en Rodas, y Tournoner en Cos.

En el Mediterráneo se halla viviente en Algeciras, Gibraltar, Málaga, Cartagena (según el Dr. González Hidalgo); en las costas de las islas Baleares, sur de Francia, Piamonte, Córcega, Nápoles, Sicilia, Dalmacia, Venecia, archipiélago Griego, Morea, Túnez y Argelia. En el Atlántico se encuentra desde la costa meridional de la Gran Bretaña hasta la de Guinea; en España es común en Cádiz y Trafalgar (Hidalgo), y M. Fischer la ha extraído de profundidades de 400 á 900 metros entre Orán y Gibraltar.

GÉNERO *NATICA*.

Natica helicina, Brocchi.

Véase en los fósiles de Los Tejares la pág. 265.

El ejemplar de San Pedro de Alcántara es de un individuo joven que no ofrece ninguna particularidad digna de mención. Su color no es el de las conchas recogidas en Los Tejares; pero esta diferencia depende, sin duda, de que la pirita de las margas de esa última localidad ha podido penetrar en aquéllas, dándolas una coloración parda, mientras que, como el depósito de San Pedro es sabuloso, ninguna substancia colorante ha impregnado al ejemplar de esa procedencia.

GÉNERO *TROCHUS*.

Trochus magus, Linné.

1766.—*Trochus magus*, Linné, *Systema Naturæ*, ed. XII, pág. 1228, núm. 7.

Sinonimia y diagnosis: Veinkauff, *op. cit.*, tomo II, pág. 380.—Fontannes, *Les Moll. plioc.*, etc., tomo I, pág. 221, lám. XI, fig. 25.

Á pesar de que todos nuestros ejemplares se hallan en mal estado de conservación, no puede dudarse que pertenecen al *Trochus magus*.

Dimensiones aproximadas: ancho, 14 milímetros; altura, 10.

Yacimientos.—Aun cuando Hörnes la menciona como sinónima del *Troch. fanulum*, Gmel., en el mioceno superior, no parece que esta especie apareciese antes del plioceno. Brocchi la cita en el tramo inferior de este terreno en las Crete Sanesi; Cocconi en ese tramo y en el medio; Foresti en Bolonia y en Monte Mario; Depontaillier la encontró, aun cuando muy rara, en el tramo medio de Cannes, y se ha señalado también en el plioceno superior de Ischia, Tarento (Philippi), Sicilia (Monterosato) y Rodas (Fischer), y en los depósitos glaciales de Irlanda y Noruega.

Actualmente vive en todas las costas del Mediterráneo: el *Porcupine* la recogió en el cabo de Gata, sobre el banco de La Aventura, y el Dr. Hidalgo la señala en Málaga y en Gibraltar, donde es común. En el Atlántico se menciona en Shetland, en las costas del sudoeste de Suecia, en las de la Gran Bretaña, Francia, España (en Trafalgar según Mac Andrew), en las de las islas Madera y Azores y en las del Senegal. Las profundidades en que se ofrece varían de 4 á 40 brazas, según Weinkauff.

Trochus patulus, Brocchi; *var.* β.

1814.—*Trochus patulus*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, pág. 356, lám. V, figura 19.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, tomo I, página 458.—Cocconi, *Enum. sist. dei Moll.*, etc., pág. 221.

Poseemos dos ejemplares, y los dos se acomodan á la descripción que da Brocchi para la variedad β.

Dimensiones: ancho, 22 milímetros; altura, 16.

Yacimientos.—Según Hörnes, el tipo de la especie se halla ya en el mioceno superior de la cuenca de Viena; pero la variedad β parece acantonada en el plioceno, en cuyo tramo inferior la mencionan en muchos yacimientos Brocchi, Foresti y Cocconi. Depontaillier la recogió en abundancia en el plioceno medio de Cannes.

GÉNERO *EUMARGARITA*, Fischer, 1885.

Es el género que con el nombre de *Margarita* fundó Leach en 1819; pero como este mismo autor había creado en 1814 otro bivalvo á que dió igual denominación, M. Fischer propuso cambiar la del gasterópodo en la de *Eumargarita*. Es un molusco especial de alta mar y de regiones septentrionales.

Eumargarita Cuadræ, nov. sp.

Lám. O, fig. 5 *a*, *b*, *c*.

Concha casi circular, poco alta, lustrosa, delgada, con epidermis fina. Peristomo delgado, cortante; borde columelar recto, sin pliegue, formando en la parte superior un ángulo que produce una canalita pequeña en relación con los pliegues que rodean al ombligo. Éste es ancho y profundo, de pared interna vertical, formando un ángulo casi recto con la última vuelta. Núcleo muy pequeño y liso. Espira formada por cuatro vueltas de crecimiento rápido: las dos primeras muestran estrías longitudinales bastante fuertes; las siguientes llevan cerca de la sutura un realce de poco relieve, á modo de una cinta, con plieguecitos transversales, que sobresalen tanto menos cuanto que se hallan más próximos á la abertura, y en el resto de la superficie de la concha no se ven otros adornos que estrías muy finas de crecimiento. La última vuelta, muy grande y angulosa, presenta por el lado externo algunas estrías longitudinales poco profundas, y cerca del ombligo una serie de pliegues dispuestos cual radios, muy próximos, terminados en una parte saliente y separados por surquitos longitudinales. Estos pliegues forman como una serie de tubérculos alargados que circundan al ombligo. No hay opérculo. Es una especie muy abundante.

Dimensiones: diámetro, 6,5 milímetros; altura, 4.

Eumargarita Fischeri, nov. sp.

Lám. O, fig. 6 *a*, *b*, *c*.

Concha casi circular, poco elevada, lustrosa, delgada, con epidermis fina, formada de tres y media á cuatro vueltas de espira, dispuestas de un modo que la forma general recuerda las de los *Solarium*. Abertura casi triangular; peristomo delgado, cortante; borde columelar recto, formando un ángulo muy marcado con el borde libre, y en la unión con éste un indicio de canalita apenas señalado; ombligo profundo, de paredes verticales; núcleo pequeño y liso. Las dos primeras vueltas de espira presentan estrías longitudinales, cortadas por otras transversales que desaparecen completamente en las demás. La última de éstas es casi angulosa y muestra en su cara inferior estrías de crecimiento apenas visibles y algunas longitudinales cerca de la sutura y de la porción angulosa, mientras que en la cara superior aparecen un poco más marcadas las mismas estrías y un espacio casi liso alrededor del ombligo. Carece de opérculo. No obtuvimos más que un solo ejemplar.

Dimensiones: diámetro, 3,75 milímetros; altura, 3.

GÉNERO *RIMULA*.

Rimula (Cranopsis) capuliformis, Pecchioli.

Lám. O, fig. 7 *a*, *b*, *c*.

1864.—*Rimula capuliformis*, Pecchioli, *Descrizioni di alcuni nuovi fossili delle argile subapennine toscane; Atti della Società italiana de scienze naturali*, Milano, tomo VI, lám. IV, figs. 35-38.
1885.—*Cranopsis capuliformis*, Fischer, *Manuel de Conchyliologie*, pág. 862.

Como esta especie es muy rara, hemos creído que merecía figurarse de nuevo y reproducir la diagnosis que de ella dió Pecchioli, la cual dice:

«Testa ovata, tenui, parum depressa, vertice postico, recurvo; latere antico convexo, postico depresso; costis longitudinalibus rotundatis, alternis minoribus, granulosis; rima prœlonga, ambitu denticulato.»

El autor completa su diagnosis de este modo: «El ápice, muy en-

corvado, está situado á 3 milímetros, poco más ó menos, del borde. La fisura *(rima)* es bastante larga, y ocupa el centro de la cara anterior: empieza en el ápice. Esa fisura está provista interiormente de una callosidad bastante gruesa, de la cual parten dos prolongaciones que, adelgazándose, siguen por los dos labios de la misma hasta que se reunen para terminar en punta en el borde de la concha. Adornan la superficie de ésta unas costillitas longitudinales redondeadas, entre las que se intercalan otras más pequeñas: unas y otras granosas, á causa de la presencia de estrías circulares que las cortan. Los bordes son finos y recortados en dientecillos, alternativamente mayores y menores, según las costillitas de la concha á que corresponden.»

Pecchioli sólo encontró un ejemplar; nosotros obtuvimos dos, muy bien conservados y con todos los caracteres del tipo, en las arenas arcillosas de San Pedro de Alcántara.

Dimensiones: longitud, 12 milímetros; ancho, 10; altura, 7.

Yacimientos.—Sólo se conocía hasta ahora en el plioceno inferior de Oruario.

GÉNERO *TECTURA.*

Tectura virginea, Muller.

1773.—*Patella virginea*, Muller, *Zool. Dan.*, pág. 13, lám. XII, figs. 4 y 5.
1844.—*Acmæa virginea*, Thorpe, *Brit. Mar. Conch.*, lám. XXXI.
1848.—*Tectura virginea*, Wood, *Moll. from the Crag; Gasteropoda*, pág. 161, lám. XVIII, fig. 6.

Sinonimia y diagnosis: Nyst, *op. cit.*, pág. 349.—Wood, *op. cit.*, pág. 161.

Todos los ejemplares que de esta especie hemos recogido en San Pedro son de individuos jóvenes y pertenecen á la variedad *a* de Wood *(op. cit.*, lám. XVIII, fig. 6).

Dimensiones: el individuo mayor mide 4 milímetros de longitud por 2,5 de anchura y 1,5 de altura.

Yacimientos.—Esta conchita se citó por Cocconi como rara en las arenas amarillas del plioceno medio de Castell' Arquato; por Wood en el *red crag* de Sutton, Bawdsey y Brightwell, y por Nyst en el plioceno de Anveres, con el nombre de *Patella æqualis*. El Sr. de Monterosato la ha encontrado en el plioceno superior de Monte Pellegrino, y M. Fischer al mismo nivel en Rodas. Weinkauff dice que se ha

encontrado en las formaciones glaciales de Noruega y en los depósitos cuaternarios de Mesina y Niza.

La *Tectura virginea* vive todavía en multitud de regiones: en el Mediterráneo se conoce en las costas de España, principalmente en Gibraltar, donde es común según el Dr. Hidalgo, en las del sur de Francia y las de Córcega, Sicilia, Dalmacia, archipiélago Griego y Argelia. En el Atlántico se menciona en las costas de Islandia, Gran Bretaña, Dinamarca, Francia y España (Trafalgar, según Mac Andrew), Portugal, islas Canarias y Azores.

GÉNERO *ACROREIA*, Cossmann, 1885.

1882.—*Nacella*, Cossmann (*non* Schumacher), *Journal de Conchyliologie*, 3e série, tomo XXII, pág. 118.

Este género, fundado por M. Cossmann para una especie (*Acroreia Baylei*), procedente de Hérouval, donde se recogió en la parte superior de las arenas de Cuise, es todavía tan poco conocido que merece se reproduzca su diagnosis:

«Concha delgada, puntiaguda, estrecha, alta, con el ápice agudo excéntrico respecto del lado posterior, en el cual lado se muestra una depresión plana, que va del ápice hacia el contorno, limitada por dos ángulos obtusos, situado uno de ellos casi exactamente en el eje longitudinal de la concha, mientras que el otro se dirige al lado izquierdo encorvándose ligeramente; es decir que la referida depresión no es central, sino lateral. La base forma un óvalo un poco puntiagudo por detrás, cuyos bordes no se hallan sobre un mismo plano.»

No conociéndose hasta aquí más que una sola especie del género *Acroreia*, no es fácil deducir de esa diagnosis cuáles son los caracteres propios al género y cuáles los de la especie, y así, siquiera sea provisionalmente, admitiremos que las diferencias que vamos á señalar son características de la especie pliocena.

Acroreia dubia, nov. sp.

Lám. P, fig. 1 *a*, *b*, *c*.

Recogimos en San Pedro de Alcántara una conchita muy pequeña que ofrece ciertos caracteres comunes con los del género *Acroreia;* pero aunque su forma general sea la de éste, presenta algunas diferencias que importa hacer notar. Desde luego la base no es regular-

mente oval, sino que las porciones anterior y posterior se muestran más á escuadra que en la especie eocena, y además no se observa en la concha ninguna depresión posterior perceptible, aun cuando á la verdad en el borde de ese lado parece que existe una ligera inflexión.

ESCAFÓPODOS.

GÉNERO *DENTALIUM*.

Dentalium delphinense, Fontannes.

1871.—*Dentalium inæquale*, Mayer, *Couches à congeries du Bassin du Rhône.*
1882.—*Dentalium delphinense*, Fontannes, *Les Moll. plioc.*, etc., tomo I, página 327, lám. XII, figs. 3 á 5.

Sinonimia y diagnosis: Fontannes, *op. cit.*, tomo I, pág. 227.

Lo poco conocida que aún es esta especie, justifica que reproduzcamos la diagnosis que para ella da M. Fontannes:

«Concha cónica, encorvada, gruesa, lustrosa, exágona en la extremidad posterior, redondeada por delante, adelgazada gradualmente de atrás adelante. Seis costillas principales más y más salientes hacia la curvatura y más débiles después, hasta que desaparecen en la extremidad anterior; entre cada dos de las cuales se interponen otras costillitas secundarias y desiguales, también próximamente en número de seis. De éstas, la primera que aparece ocupa generalmente el centro, y adquiere pronto un espesor igual al de las principales. Esas líneas salientes se cruzan con otras transversales sólo perceptibles á la lente, y, aún así, poco aparentes sobre las costillas. Estrías de crecimiento cada vez más próximas y marcadas. Abertura con bordes delgados y cortantes.»

Poseemos dos ejemplares, muy pequeños por otra parte, que presentan la mayor parte de los caracteres de la especie de M. Fontannes. Sin embargo, sólo muestran, en general, cinco costillitas entre cada dos de las costillas principales, y además, como están rotos, no hemos podido apreciar otras circunstancias; pero, á pesar de todo, no creemos que puedan corresponder á otra forma.

Yacimientos.—El *Dentalium delphinense*, ó mejor una forma extremadamente afine al *D. inæquale*, Bronn, aparece en el mioceno superior de Italia; pero para Cocconi es una especie puramente pliocena. Es, pues, probable que haya alguna confusión entre los *D. inæ-*

quale y *D. delphinense*. Este último es para M. Fontannes completamente característico de los depósitos marinos del grupo de Saint-Ariès, y él lo ha recogido en las margas con *Nassa semistriata* de Horpieux (Isère), Fay-d'Albon (Drôme), Saint-Laurent-du-Pape (Ardèche) y Théziers (Gard), y en las margas y faluns con *Cer. vulgatum* de Eurre, Saint-Restitut, Nyons (Drôme), Visan y Bollène (Vaucluse). Es una especie muy común en toda esa cuenca y muy rara en las arcillas de Millas (Pirineos orientales).

Dentalium entale, *var.* **tarentinum,** Lamarck.

1766.—*Dentalium entalis*, Linné, *Systema naturæ*, pág. 1263.
1818.—*Dentalium tarentinum*, Lamarck, *Hist. des anim. sans vert.*, pág. 345.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *op. cit.*, tomo I, pág. 189.—Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, tomo I, pág. 658.

Hizo observar Deshayes que el *Dentalium tarentinum*, Lamarck, no es más que una variedad del *D. entale*, caracterizada por la presencia de estrías longitudinales; pero parece, sin embargo, que esa no es sino una circunstancia puramente individual. El único ejemplar que recogimos en San Pedro, aun cuando desgastado por frotamientos debidos á causas naturales, muestra estrías longitudinales, aunque poco aparentes.

Dimensiones: longitud, 25 milímetros; ancho, 3,5.

Yacimientos,—Es muy probable que Nyst, que cita esta especie en Grignon (*Coq. et polyp. foss. de la Belgique*, pág. 345), la confundiese con el *D. pseudo-entale* de Deshayes. El *D. entale* no aparece realmente sino en el mioceno medio de la cuenca de Viena y del Bordelais. Hörnes, que lo menciona á ese nivel, dió una figura que presenta todos los caracteres del individuo que obtuvimos en Andalucía; pero siempre resulta una especie rara en el mioceno y más abundante en el plioceno. Cocconi la menciona en el plioceno inferior de las inmediaciones de Asti; Depontaillier en el de Biot; M. Fontannes la considera muy rara en las arcillas de Millas y de Banyuls; Wood la encontró en Inglaterra en el crag de Bridlington; Nyst en las arenas de Anveres, y, según Philippi, es probable que se halle también en el plioceno superior de Sicilia.

Es una especie que vive todavía en una porción de regiones: Weinkauff y Wood dicen que se ve en el Atlántico en las costas de Ingla-

terra y de Irlanda, en la zona de las laminarias, y en las de Francia y España. En el Mediterráneo abunda bastante, entre 8 á 40 brazas de profundidad, en aguas de España (en Gibraltar y Cartagena, según Mac Andrew y Jeffreys), en las de las islas Baleares, en las de Francia, Córcega, Nápoles, en Sicilia, en el Adriático, y, en fin, en las costas de Argelia.

GÉNERO *SIPHONODENTALIUM*, Sars.

SUBGÉNERO *LOXOPORUS*, Jeffreys.

Loxoporus Divæ, Ch. Velain.

Lám. P, fig. 8.

1877.—*Gadus divæ*, Ch. Velain, *Remarq. au sujet de la faune des Iles Saint-Paul et Amsterdam*, pág. 128, lám. V, figs. 1 y 2.

En Saint-Paul es una especie rara, y en San Pedro sólo obtuvimos dos ejemplares. Es pues, una especie poco conocida, lo cual justifica que reproduzcamos la diagnosis que de ella dió M. Velain:

«Concha delgada, blanca, transparente, alargada, medianamente arqueada, ligeramente hinchada cerca del tercio superior, de superficie lisa y lustrosa, mostrando, bajo un aumento suficiente, algunas estrías de crecimiento desigualmente espaciadas; abertura anterior perfectamente circular, no oblicua, contraída, de borde delgado y cortante; abertura posterior bastante ancha, simple, oblicua, entera, sin lóbulos ni fisuras laterales.»

Dimensiones: altura, 4,5 milímetros; diámetro superior, 0,75; diámetro inferior, 0,25, que son también próximamente las de los ejemplares recogidos por M. Velain en la isla Saint-Paul.

LAMELIBRANQUIOS.

GÉNERO *OSTREA*.

Ostrea lamellosa, *var.* **Cortesiana**, Cocconi.

1814.—*Ostrea lamellosa*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, tomo II, pág. 564.
1873.—*Ostrea Cortesiana*, Cocconi, *Enum. sist. dei Moll. mioc. et plioc. delle provincie di Parma e di Piacenza*, pág. 354, lám. XI, figs. 6-8.

Sinonimia y diagnosis: Cocconi, *op. cit.*, pág. 354.—Fontannes, *op. cit.*, tomo II, pág. 222.

Los caracteres que Cocconi atribuyó á su *Ostrea Cortesiana* no parece que son de suficiente importancia para que esa forma deba separarse de la *O. lamellosa;* especie muy variable, á cuyo alrededor pueden agruparse muchas variedades, y entre éstas, á nuestro modo de ver, la especie de aquel referido autor.

Los ejemplares que recogimos en San Pedro son de individuos jóvenes, y ofrecen todos los caracteres de la *O. lamellosa* y los de la variedad *O. Cortesiana,* lo cual es muy común en la referida localidad.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 90 milímetros; diámetro umbo-marginal, 115.

Yacimientos.—Según M. Fontannes, es probable que esta especie date del mioceno; pero su máximo desarrollo lo alcanza en el plioceno superior, hallándose representada hoy por la *Ostrea Cyrnusi,* viviente en las aguas salobres de Córcega.

Género *PECTEN.*

Pecten similis, Laskey.

1811.—*Pecten similis*, Laskey, *Mem. Wernerian Society*, tomo I, pág. 387, lám. VIII, fig. 8.

Sinonimia y diagnosis: Weinkauff, *Mittelsmeere,* tomo I, página 265.—Wood, *Crag Mollusca,* tomo II, pág. 25.

Los ejemplares de Andalucía se acomodan á la figura que da Wood (*op. cit.*, tomo II, lám. V, fig. 4 *c*). La variedad que, con adornos en forma de cheurrón, representa este autor en la fig 4 *a*, no se encuentra en San Pedro de Alcántara. Es una especie que hasta en los individuos vivientes presenta grandes variaciones.

Dimensiones: diámetro antero-posterior 4,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 4.

Yacimientos.—Seguenza la señala en el helvético y ha debido atravesar el tortonés y el plioceno. Wood la recogió en el *coral. crag* de Sutton; el Sr. de Monterosato en el plioceno superior de Monte Pellegrino y de Ficarazzi, y M. Fischer en Rodas, á igual nivel.

Viviente, se cita en las costas de Inglaterra (Wood); el *Porcupine*

extrajo ejemplares en las bahías de Galway y de Vigo y en los cabos Espichel y San Vicente. En el Mediterráneo la menciona el Sr. de Monterosato; el Dr. Hidalgo en Conejera y Gibraltar; el *Porcupine* la extrajo en la rada de Cartagena y del banco de La Aventura; Jeffreys la señala en el Adriático, en las islas Madera, en Jamáica y en el mar de Corea. Weinkauff agrega otras muchas localidades en que esta especie vive; pero como la sinonimia que le designa nos hace temer alguna confusión por parte de este autor, nos abstenemos de mencionarlas. Á pesar de nuestras investigaciones, no hemos conseguido averiguar á qué variedades se refieren los diversos naturalistas que hablan del *Pecten similis* viviente.

Pecten fenestratus, Forbes.

Lám. P, fig. 3 *a*, *b*, *c*, *d*, *e*.

1843.—*Pecten fenestratus*, Forbes, *Rep. Brit. Assoc.*, págs. 146, 192.
1855.—*Pecten inæquisculptus*, Tiberi, *Test. medit. nov.*
1855.—*Pecten Philippi*, Acton, *Ricerche conchiliologiche*, fig. 1 *a*.
1857.—*Pecten Actoni*, V. Martens, *Malacologische Blätter*, lám. III, figs. 1-3.

Sinonimia y diagnosis: Weinkauff, *op. cit.*, tomo I, pág. 264.

El ornamento de una de las valvas de esta especie, perteneciente al subgénero *Pleuronectia*, es muy diferente al de la otra, y de ahí el que algunos autores que las hallaron aisladas fundaran con ellas dos especies distintas. Así fué que Forbes, que dió á la valva derecha el nombre de *Pecten concentricus*, ya denominada *Pecten antiquatus* por Philippi, llamó *Pecten fenestratus* á la valva izquierda. Tiberi fué quien primero reconoció que las dos corresponden á una misma especie. Para llamar la atención acerca de esas diferencias, hemos hecho figurar, representando los detalles en mayor escala, cada una de las valvas. Las figuras 3 *a*, *b*, corresponden á la izquierda ó superior; las 3 *c*, *d*, *e*, á la derecha ó inferior.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 6 milímetros; diámetro umbo-marginal, 6.

Yacimientos.—Esta especie sólo se ha señalado fósil en el plioceno superior de Ficarazzi (Monterosato) y de Rodas (Hörnes).

Viviente, es una de las especies más extendidas: se conoce en el golfo de Nápoles, donde Acton la extrajo de la profundidad de 160 metros. Tiberi la encontró en las costas de Cerdeña; el Sr. de Montero-

sato la enumera entre las especies de la zona profunda del Mediterráneo (1); M. Fischer la obtuvo en el golfo de Gascuña de entre 150 y 750 metros de hondura, y en el de El León de entre 445 y 1645 metros. Es una especie característica de mares profundos.

Pecten opercularis, Linné.

1766.—*Pecten opercularis*, Linné, *Systema Naturæ*, ed. XII, pág. 1147.
1782.—*Pecten opercularis*, Chemnitz, *Conch. Cab.*, tomo VII, pág. 341, lámina LXVII, fig. 646.

Sinonimia y diagnosis: Weinkauff, *op. cit.*, tomo I, pág. 252.—Cocconi, *Enum. sistem. dei Moll. mioc. et plioc.*, etc., pág. 335.—Wood, *op. cit.*, tomo II, pág. 35.—Nyst, *Coq. et polyp: foss. de la Belgique*, pág. 291.

Sólo recogimos ejemplares de individuos jóvenes, y en los cuales no están suficientemente marcados los caracteres de las variedades para que podamos referirlos á una ó más de éstas con preferencia á las otras.

Dimensiones: la mayor de nuestras conchas mide 21 milímetros en el diámetro antero-posterior y 20 en el umbo-marginal. Presenta 18 costillas.

Yacimientos.—Esta especie aparece en el mioceno y llega á la época actual. Deshayes (*Dict. enc. méth.; Vers*, tomo III, pág. 723) la menciona como muy variable, y hay en efecto que advertir que, si las formas pliocenas y vivientes difieren, se hallan sin embargo muchos tránsitos entre ellas. Goldfus (*Petrefacta Germ.*, tomo II, página 62) señala la presencia del *Pecten opercularis* en el mioceno medio de Ortenburg (Baviera); Hörnes (*Wien. tert. Beck.*, pág. 414, lám. LXIV, fig. 5) representa con el nombre de *Pecten Malvinæ* grandes ejemplares del *P. opercularis* que parecen frecuentes en el mioceno superior de la cuenca de Viena, y Cocconi lo menciona á ese mismo nivel en Italia; pero donde realmente se ofrece en abundancia es en el plioceno. En los dos tramos inferiores de ese terreno se han recogido numerosos ejemplares en Italia, Francia, Inglaterra y Bélgica, y todavía es más común en el tramo superior en Italia. El señor de Monterosato lo señala en Monte Pellegrino y Ficarazzi; M. Fischer en Rodas.

(1) *Conchiglie della zona degli abissi;* in *Bull. Soc. malac. It.*, tomo VI, 1880.

Viviente, se extiende en el Atlántico desde las costas de Noruega hasta las Azores (el Dr. Hidalgo la menciona en Cádiz y Trafalgar); en el Mediterráneo, Weinkauff lo señala en todas las costas; el Doctor Hidalgo dice que es muy común en Gibraltar y Algeciras. Es seguramente una de las especies más esparcidas. Según Jeffreys (*Mollusca of Porcupine*, etc.), se halla en profundidades que varían entre 5 á 205 brazas.

Pecten Macphersoni, nov. sp.

Lám. P, fig. 4 *a*, *b*, *c*.

Concha casi equilátera, ligeramente oblicua, bastante convexa, con el máximo de anchura un poco por cima del tercio superior. Superficie externa con costillas divergentes bastante anchas, salientes, separadas por espacios un poco más estrechos que ellas. Éstas son ligeramente desiguales, á no ser á la inmediación de los costados, donde la desigualdad se marca más. Lisas cerca del ápice y hasta un tercio de su longitud, se dividen después, por regla general, en dos, mediante un surco estrecho; pero á veces algunas, cuya posición no es fija, dejan de presentar ese surco, y en otras ocasiones, á la verdad más raras, una de las más gruesas muestra tendencia á la formación de un segundo surco, así como en los intermedios de las costillas gruesas aparece en algún caso una costillita delgada. Las láminas de crecimiento, muy finas y apretadas sobre toda la concha, no se ven bien sino en los surcos, á causa del desgaste producido en las costillas.

El borde cardinal, rectilíneo, mide 32,5 milímetros; los ápices, poco prominentes, no lo rebasan. Las orejetas son desiguales, y de ellas la posterior, que es la más pequeña, lleva dos pliegues, mientras que la anterior sólo muestra vestigios, apenas señalados, de ellos: en las dos se marcan estrías transversales muy finas. La orejeta anterior lleva tres dentículos cardinales desiguales, y dos la posterior; el hoyuelo ligamentario es triangular.

El borde inferior, muy arqueado, muestra en el interior costillas aplastadas en correspondencia con los intervalos de las externas. Las internas, salientes en el borde, van debilitándose gradualmente en las dos valvas, hasta que desaparecen hacia el tercio superior de la altura. Á la inmediación de la parte terminal se estrechan, y cada una

de ellas presenta una ligera depresión. La valva izquierda representada en nuestra lámina no pertenece al mismo individuo de quien procede la derecha ó convexa. Tiene los mismos adornos que ésta; pero es plana, ligeramente cóncava en la porción anterior, y los vestigios de las costillas llegan hasta el ápice. Cada costilla lleva un surco, dispuesto á veces de tal modo que aquélla aparece cual si fuera la yuxtaposición de dos gruesas. En los intervalos de cada dos de estas últimas se ven otras pequeñas.

Las costillas de las dos valvas, más ó menos diferentes según los ejemplares que se estudien, se aprietan mucho entre sí á la inmediación del borde cardinal. Son en número de 20, y de ellas diferentes las dos laterales anteriores y las dos laterales posteriores.

Las estrías de crecimiento tienen siempre la misma disposición en las dos valvas.

La impresión muscular anterior es casi circular; la posterior, contigua á la primera, es semilunar.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 55 milímetros; diámetro umbo-marginal, 51.

Es una especie común en San Pedro de Alcántara.

GÉNERO *LIMA*.

Lima subauriculata, Montagu.

1808.—*Pecten subauriculata*, Montagu, *Test. Brit. sup.*, pág. 63, lám. XXIX, fig. 2.
1822.—*Lima subauriculata*, Turton, *Brit. Biv.*, pág. 248.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *Crag. Mollusca*, pág. 47.—Nyst, *op. cit.*, pág. 281.

Nuestros ejemplares se ajustan á las figuras publicadas por diversos autores, salvo que las costillas de aquéllos son más finas. La mayor parte de los naturalistas italianos, y también Nyst, dan á esta especie el nombre de *Lima nivea*, Renieri, que es una sinonimia de *Lima subauriculata*.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 2 milímetros; diámetro umbo-marginal, 4.

Yacimientos.—Al decir de Seguenza, esta especie aparece en el helvético. Brocchi y Philippi la mencionan en el plioceno superior

de Italia; Nyst en el crag de Anveres; Wood en el de Sutton y de Ramsholt.

Viviente, se cita en el Atlántico desde Groenlandia hasta las islas Canarias. El Dr. Hidalgo la señala en Trafalgar. En el Mediterráneo se ha encontrado, según Weinkauff, en las costas de España (Conejera y Gibraltar), pero muy rara, así como en las de las islas Baleares, Francia, Cerdeña, Nápoles, Sicilia, Malta, archipiélago Griego, Túnez y Argelia. El Dr. Hidalgo dice que en las costas de España vive á una profundidad de 35 brazas. M. Fischer la ha extraído en el golfo de El León de honduras de 500 á 1700 metros.

GÉNERO *LIMEA*.

Limea strigilata, Brocchi.

1814.—*Ostrea strigilata*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, tomo II, pág. 571, lámina XIV, fig. 15.

1824.—*Lima strigilata*, Risso, *Hist. nat. de Nice et des Alpes-Maritimes*, tomo IV, pág. 306.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *op. cit.*, pág. 392.

Las costillas del único ejemplar que recogimos en San Pedro son mucho más finas que las de las figuras que dan los autores; las estrías de crecimiento forman con esas costillas un enrejado fino; la charnela es recta; las orejetas pequeñas. Se asemeja sobre todo á la figura que da Brocchi.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 3,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 5.

Yacimientos.—Hörnes menciona esta especie en el mioceno superior de la cuenca de Viena; Seguenza en el helvético; abunda en el plioceno inferior de Italia; se encuentra también en las arenas amarillas del plioceno medio (Cocconi); Foresti la recogió asimismo en el plioceno medio de Bolonia, y se señala en el superior de Rodas.

Parece que es una especie extinguida.

GÉNERO *MODIOLA*.

Modiola phaseolina, Philippi.

1844.—*Modiola phaseolina*, Philippi, *Enum. Mollusc. Sicil.*, tomo II, pág. 51, lám. XV, fig. 14.

Diagnosis: Philippi, *op. cit.*, tomo II, pág. 51.

Recogimos muchas valvas de esta especie, que parece ser generalmente rara. La mayor tiene estas dimensiones: diámetro antero-posterior, 2,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 5,5. Este ejemplar muestra una forma más dilatada que la de los fósiles representados por Wood; los dientes se ofrecen en él sobre el borde posterior.

Yacimientos.—Se encuentra la *M. phaseolina* en todos los niveles del plioceno, y se menciona en Monte Pellegrino y Ficarazzi (Monterosato), en Rodas (Fischer) y en el *coralline crag* de Sutton y de Ramsholt (Wood).

Se conoce viviente en el Atlántico, sobre las costas de Islandia, Noruega, Gran Bretaña y Francia. En el Mediterráneo es muy rara: Weinkauff apenas la cita más que en las costas de Provenza.

GÉNERO *ARCA*.

Arca tetragona, Poli.

1795.—*Arca tetragona*, Poli, *Test. Sic.*, tomo II, pág. 137, lám. XXV, figuras 12 y 13.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *op. cit.*, pág. 76.—Weinkauff, *Mittelsmeere*, pág. 192.—Fontannes, *Les Moll. pliocènes*, etc., página 151.

No conseguimos de esta especie, que es bastante variable, más que un solo ejemplar, y éste es de un individuo joven. Se asemeja mucho al representado por Wood (*op. cit.*, lám. X, fig. 1 *c*).

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 4 milímetros; diámetro umbo-marginal, 1,5.

Yacimientos.—El *Arca tetragona* aparece en el mioceno medio, pero no se extiende sino en el plioceno. Cocconi la señala en Italia en los dos tramos inferiores de ese terreno; Ponzi en el nivel superior de Monte Mario; Wood en el *corall. crag* de Sutton, Ramsholt y Sudbourn, y en el *red crag* de Sutton; M. Fontannes en las margas y faluns con *Cer. vulgatum* de las inmediaciones de Saint-Restitut (Drôme) y Saint-Ariès (Vaucluse), y en las margas con *Nassa semistriata* de las cercanías de Théziers (Gard). En las arcillas sabulosas de Millas (Pirineos orientales) es una especie rara.

Viviente, se halla, á profundidades que varían entre 30 y 45 brazas, en los mares del Norte. Se la conoce en las costas de Suecia y de Noruega y desde las de Inglaterra hasta las Azores. En el Mediterráneo, se encuentra en Gibraltar, costas de España, Provenza, Córcega, Cerdeña, Italia meridional, Malta y Pantellaria. También se encuentra en el Adriático; en el archipiélago Griego, Forbes la extrajo de una profundidad de 80 brazas; y, finalmente, M. Fischer la obtuvo, á bordo del *Travailleur*, de profundidades de entre 500 y 1700 metros en las costas de Túnez y Argelia.

Arca lactea, Linné.

1766.—*Arca lactea*, Linné, *Systema Naturæ*, ed. XII, pág. 1141.
1879.—*Barbatia lactea*, Fontannes, *Moll. plioc. de la vallée du Rhône et du Roussillon*, tomo II, pág. 155, lám. IX, fig. 9.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *op. cit.*, pág. 78.—Weinkauff, *op. cit.*, tomo II, pág. 196.—Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, tomo II, pág. 336.—Fontannes, *op. cit.*, pág. 155.

Los dos ejemplares de esta especie que obtuvimos en Andalucía tienen una forma un poco más puntiaguda que la del que representa M. Fontannes, y se asemejan mucho á la figura que da Wood (*op. cit.*, lám. X, fig. 2).

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 6 milímetros; umbo-marginal, 3.

Yacimientos.—Lo poco variable que es esta especie permite asegurar el período de su aparición, que es el mioceno medio, en cuyos depósitos se encuentra en Superga, cerca de Turín, Turena y Suiza, y asimismo M. Fontannes la ha encontrado en las arenas con *Nassa Michaudi* y en las margas con *Cardita Jouanneti* del Delfinado. Hörnes la da como común en el mioceno superior de la cuenca de Viena; en Italia se recoge por donde quiera en los tramos inferior y medio del terreno plioceno; M. Fontannes la ha obtenido en las margas con *Ostrea cochlear* de Saint-Restitut (Drôme), en las margas y faluns con *Cer. vulgatum* de las inmediaciones de Bollène y de Saint-Ariès (Vaucluse), y en las margas con *Nassa semistriata* de Saint-Laurent-du-Pape (Ardèche). Es muy rara en las arcillas sabulosas de Millas (Pirineos orientales), así como en las arcillas de Biot. Wood la menciona en el *corall. crag* de Sutton y en el *red*

crag de esa misma comarca y de Walton on the Naze. Se ha encontrado también en el plioceno superior de Chipre y Rodas (Hörnes) y en los depósitos cuaternarios de Biot.

Se halla viviente en el Atlántico desde Inglaterra al Senegal y en todo el Mediterráneo. El Dr. Hidalgo la considera como muy común en Gibraltrar en profundidades que varían entre 6 y 15 brazas, y M. Fischer la extrajo en el golfo del León de honduras de 500 á 1700 metros. También existe en el mar Rojo. En resumen, es una especie de mares profundos, que en general vive alojada en el espesor de conchas gruesas ó en macizos de coralarios, pues es perforante.

Arca Fouquei, nov. sp.

Lám. P, fig. 6 *a*, *b*.

Concha transversa, casi cuadrangular, redondeada por delante, casi truncada por detrás, dividida en dos porciones desiguales por un ángulo que, agudo cerca del gancho y redondeado después, pone en relación al mismo gancho con el ángulo infero-posterior. Superficie externa cubierta de numerosas costillitas divergentes, redondeadas, visibles principalmente en la porción posterior, atravesadas todas ellas por otras concéntricas, redondeadas, que, debilitándose en la misma porción posterior, predominan en todo lo demás de la concha.

Borde cardinal rectilíneo, estrecho. Charnela compuesta de muchos dientecillos que se muestran más fuertes y más oblicuos á partir del centro hacia las extremidades. Ganchos muy pequeños, muy encorvados y oblicuos. Área ligamentaria muy reducida.

El borde anterior es corto y redondeado; el posterior alargado, oblicuo, casi rectilíneo, y el marginal, unido y un poco oblicuo con respecto al cardinal, forma un ángulo agudo con el posterior.

Impresiones musculares grandes, bien marcadas, limitadas por delante por un pliegue estrecho y saliente. Interior de la concha, liso.

Esta especie se asemeja mucho á un arca figurada por Wood, y que este autor refiere equivocadamente al *Arca pectunculoides*.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 7 milímetros; diámetro umbo-marginal, 5.

SUBGÉNERO *PLESIARCA*, nov. gen.

Entre las especies que vienen figurando en el género *Arca*, hay algunas, tales como el *Arca pectunculoides*, Scacchi, que es el tipo del grupo que esas últimas forman, y el *Arca Frielei*, Jeffreys, que no presentan dientes sino en las dos extremidades de la charnela; diferenciándose, por consiguiente, tanto de todas las demás, que creemos deber separarlas bajo el nombre genérico de *Plesiarca*.

Plesiarca pectunculoides, Scacchi.

Lám. P, fig. 7 *a*, *b*.

1834.—*Arca pectunculoides*, Scacchi, *Ann. Civ. delle due Sicil.*, tomo VI, página 82.

Sinonimia y diagnosis: Weinkauff, *op. cit.*, tomo I, pág. 82.—Wood, *op. cit.*, pág. 79.

Los numerosos ejemplares que de esta especie recogimos en Andalucía, se ajustan á la descripción y á la figura que da Philippi (*op. cit.*, lám. XV, fig. 8). Wood designa con el nombre de *Arca pectunculoides* unas conchitas de que da dos figuras (lám. X, figs. 3 *a* y *b*), correspondientes, según él, á dos variedades; pero sólo conserva el nombre de *Plesiarca pectunculoides* á la representada en la fig. 3 *a*. La variedad correspondiente á la fig. 3 *b* pertenece al grupo *Barbatia*.

Dimensiones: diámetro antero-posterior. 2,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 2.

Yacimientos.—Según Seguenza, el *Plesiarca pectunculoides* aparece en el tortonés y se encuentra en todos los niveles del terreno plioceno; Wood considera á las dos variedades de que habla como procedentes del *coralline crag* de Sutton; Nyst encontró la especie, pero rara, en el crag de Anveres; Philippi dice que Scacchi la recogió fósil cerca de Gravina, en Apulia; el Sr. de Monterosato la señala en el plioceno superior de Monte Pellegrino y de Ficarazzi, y M. Fischer la reconoció, á ese mismo último nivel, en Rodas.

En la actualidad vive en aguas profundas. Según Weinkauff, se ha encontrado en Gibraltar, en Nápoles y en el archipiélago Griego, á gran-

des honduras. En el Atlántico se la conoce al nivel de Escocia, Irlanda y Noruega, viviendo alejada de las costas. Jeffreys (*On the Mollusca of Lightning and Porcupine expedition*, 1868-1870; *Proceedings of the Zoolog. Soc. of London*, pág. 572) la ha recogido en el Mediterráneo en aguas de Cartagena y de Bizerta y en el banco de La Aventura, y la menciona en el Atlántico al nivel de Setúbal y de Lerwick, desde el estrecho de Davis hasta el San Lorenzo (expedición del *Valorous)*, en Spitzberg y en las islas Loffoden (expedición del *Challenger)*. Las profundidades á que se halla varian entre 20 y 1170 brazas. M. Fischer obtuvo la especie típica en el golfo de El León, donde la extrajo de profundidades de 500 á 1700 metros.

GÉNERO *PECTUNCULUS.*

Pectunculus Oruetæ, nov. sp.

Lám. P, fig. 5 *a*, *b*, *c*.

Concha lisa, con indicios de costillas divergentes bastante anchas, separadas por surcos poco profundos, y con líneas de crecimiento irregularmente espaciadas, con frecuencia bastante señaladas. El lado anterior es redondeado y en él apenas son visibles los indicios de las costillas; el posterior, subanguloso, lo separa en dos porciones desiguales un resalto que nace en los ganchos y sigue por una depresión bastante marcada.

Borde cardinal anguloso, grueso. Superficie ligamentaria triangular, sin adornos y con el vértice de modo que no se corresponde con el medio de la base, sino que se halla un poco más atrás. Ganchos estrechos, encorvados, prominentes. Lámina cardinal gruesa, con el borde interno de forma angulosa, cuyo vértice se halla colocado detrás del gancho. Dientes finos, no angulosos, en número de 20 por delante y 18 por atrás, los cuales van debilitándose á medida que su colocación se halla más próxima al vértice del ángulo que forma el borde interno de la lámina cardinal, interrumpiéndose en ese punto.

Borde inferior subanguloso por detrás, profundamente recortado en 50 á 55 dentículos que van adelgazándose hacia las extremidades del borde cardinal.

Impresiones musculares grandes y salientes por su borde interno; la posterior muestra un resalto en el lado de adentro.

El *Pectunculus Oruetæ* se asemeja mucho al *P. violacescens*, viviente en el Mediterráneo; pero se distingue por su charnela. En el *Pectunculus violacescens* los dientes son pocos, pero gruesos; nacen sobre un borde cardinal grueso también, y tienen una forma angulosa; en el *P. Oruetæ* los dientes son numerosos, rectos y pequeños. Esos caracteres diferenciales son constantes en cada una de las dos especies. Por lo demás, las dos muestran bastantes variaciones en sus formas generales.

También ofrece semejanza el *P. Oruetæ* con el *P. inflatus*, Brocchi, var. *Ruxinensis*, Fontannes; pero la charnela del primero es mucho menos gruesa que la del ejemplar representado por Fontannes, y el espacio ligamentario más reducido. Por el contrario, las impresiones musculares son más salientes en la especie de San Pedro de Alcántara.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 58 milímetros; diámetro umbo-marginal, 42.

GÉNERO *LIMOPSIS*.

Limopsis anomala, Eichwald.

1830.—*Pectunculus anomalus*, Eichwald, *Naturhistorische Skizze von Lithauen, Volhynien*, etc., pág. 214.

1836.—*Pectunculus pigmæus*, Philippi, *Enum. mollusc. Siciliæ*, tomo I, página 63, lám. V, fig. 5; tomo II, pág. 45.

1847.—*Limopsis pygmæa*, Sismonda, *Syn. meth. Ped. foss.*, pág. 15.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *Crag. Moll.*, tomo II, pág. 71.—Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, tomo II, pág. 312.

Hörnes cree que debe considerarse la *Limopsis pygmæa*, Philippi, como sinónima de la *Limopsis anomala*, Eichwald; y como este autor no hizo representar su especie en ninguna figura, es forzoso atenerse á la de Hörnes, la cual se ajusta perfectamente á la descripción y al dibujo que da Philippi para su *Limopsis pygmæa*.

Los ejemplares procedentes de San Pedro de Alcántara no difieren de los figurados en los autores sino en ser más pequeños.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 4 milímetros; diámetro umbo-marginal, 4.

Yacimientos.—Aparece esta especie en el mioceno de Turena. Hörnes menciona una porción de localidades en que se ha encontrado en el mioceno superior; pero donde principalmente abunda es en

el plioceno de Italia, en cuyos dos tramos inferior y medio la cita Foresti en Bolonia. También se ha recogido en las inmediaciones de Niza (Depontaillier). Wood la señala en el *coralline crag* de Sutton; M. Fischer en el plioceno superior de Rodas.

GÉNERO *LEDA*.

Leda consanguinea, Bellardi.

Lám. P, fig. 8 *a*, *b*.

1875.—*Leda consanguinea*, Bellardi, *Monografia delle Nuculidi trovati finora nei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria*, pág. 19, fig. 11.

Bellardi distinguió esta especie de la *Leda commutata* de Philippi, por los caracteres siguientes: «La concha es más pequeña y más delicada; menos convexa; las costillas longitudinales concéntricas son más pequeñas y en mayor número; la porción posterior de la concha es notablemente más estrecha, más larga y más aguda; la lúmula es como lisa y aquillada.» Nuestros ejemplares se ajustan del todo á la figura y descripción de Bellardi.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 4 milímetros; diámetro umbo-marginal, 2.

Yacimientos.—Es una especie característica del plioceno inferior, pero rara, al decir de Bellardi. Se halla en Castelnuovo d'Asti y en Zinola, cerca de Savona.

Leda Bellardii, nov. sp.

Lám. Q, fig. 1 *a*, *b*.

1875.—*Leda Hörnesi*, Bellardi, *Monografia*, etc., pág. 19, fig. 8 *a*, *b*.

Bellardi, pasando revista, en su *Monografia delle Nuculidi*, á las diferentes especies de la subfamilia de las *Leda*, observó que la especie figurada por Hörnes con el nombre de *Leda clavata (op. cit.*, pág. 309, lám. XXXVIII, fig. 10) no está conforme con el tipo que Calcara designó bajo ese mismo nombre *(Mem. sop. alc. conch. foss. rinvenute nella Cont. d'Altavilla*, 1841, pág. 33, lám. I, fig. 10), y, en consecuencia, dió la denominación de *Leda Hörnesi*, dibujándola

también (fig. 8 *a, b*), á la representada por Hörnes. Pero la figura que da Bellardi difiere de la que Hörnes representó, y corresponde á una especie que nosotros hemos encontrado en San Pedro de Alcántara, y para la cual proponemos el nombre de *Leda Bellardii.*

La verdadera *Leda clavata*, Calcara, propia del plioceno inferior, debe distinguirse de la *Nucula (Leda) cuspidata*, Philippi; pero estas dos especies pertenecen al mismo grupo que la *Leda Bellardii:* todas ellas tienen una forma arqueada; estrías concéntricas y dos quillas adornan el rostro, y presentan estrías transversales que no son otra cosa que las prolongaciones de las de crecimiento.

La *Leda Bellardii* ofrece los caracteres siguientes:

Concha prolongada, arqueada, casi lisa, cubierta de estrías de crecimiento apenas visibles. El borde anterior es corto; el posterior, alargado y muy puntiagudo, presenta desde el gancho un surco bastante profundo limitado por un ligero resalto. La lúmula, colocada casi siempre en la extremidad del rostro, es estrecha, muy larga, casi semilunar, y queda separada del surco posterior por una costilla bien marcada. El lado posterior presenta una crestita saliente, casi central, muy desarrollada en la base y que va debilitándose progresivamente á medida que se aproxima al gancho. Los dientecillos cardinales anteriores son 10; los posteriores, 19.

Tanto en la *Leda Bellardii* como en la *L. Hörnesi* la cuchara es oblicua y pasa bajo la charnela.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 9,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 4.

Leda Heberti, nov. sp.

Lám. Q, fig. 2 *a, b.*

Concha casi triangular, transversa, bombeada, casi equilátera, redondeada por delante, adelgazada y con rostro por detrás. La superficie externa, lisa junto al gancho, presenta hacia el borde marginal pliegues de crecimiento, espaciados con regularidad, paralelos á los contornos de la concha.

Borde cardinal estrecho, anguloso, sensiblemente rectilíneo á cada lado. Charnela compuesta de dientes finos, en número de 11 próximamente en cada uno de los lados, un poco más débiles hacia el ángulo cardinal, donde se halla un hoyuelo ligamentario casi trian-

gular. Gancho muy pequeño, apenas oblicuo, un poco delantero. En él nace un pliegue que se extiende por la parte posterior.

Impresiones musculares poco visibles.

Sólo conseguimos una valva derecha.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 3,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 2.

GÉNERO *YOLDIA*.

Yoldia Genei, Bellardi.

Lám. Q, fig. 3 *a*, *b*.

1875.—*Yoldia Genei*, Bellardi, *Monografia della Nuculidi trovata finora nei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria*, pág. 24, fig. 21.

Según Bellardi, esta especie presenta caracteres comunes al *Yoldia nitida*, Brocchi, y al *Yoldia affinis*, Bell.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 7 milímetros; diámetro umbo-marginal, 5.

Yacimientos.—Bellardi no cita esta especie más que en el mioceno medio de las inmediaciones de Turín, en Villa Forzano. Es muy rara en esa localidad miocena, y lo mismo parece que sucede en San Pedro de Alcántara, donde sólo recogimos dos ejemplares.

GÉNERO *CARDIUM*.

Cardium multicostatum, Brocchi.

1814.—*Cardium multicostatum*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, pág. 506, lámina XIII, fig. 2.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, pág. 179.—Fontannes, *Les Moll. plioc.*, etc., tomo II, pág. 87.

El único ejemplar que poseemos reproduce con suma exactitud todos los caracteres del descrito y representado por Brocchi, tales como el gran número de costillas, y la presencia de tubérculos entre las de las extremidades de la charnela.

Dimensiones: no podemos precisarlas porque el ejemplar tiene rotos los bordes.

Yacimientos.—Según Mayer, esta especie aparece en el mioceno inferior y se encuentra en el mioceno medio de Turena, de la cuen-

ca del Ródano y de Suiza. En el mioceno inferior es bastante rara: Hörnes la menciona en la cuenca de Viena. También se encuentra en el plioceno inferior, pero donde realmente abunda es en el plioceno medio de Italia. Ponzi la cita en el nivel superior de Monte Mario, Foresti en el plioceno medio de Bolonia y M. Fischer en el superior de Rodas. En Francia, M. Fontannes la señala en las margas y faluns con *Cer. vulgatum* de las inmediaciones de Saint-Restitut, Nyons (Drôme) y Saint-Ariès (Vaucluse), y en las arcillas sabulosas de Millas y de Banyuls, donde es rara. Este mismo autor hace notar que aun cuando el *Cardium multicostatum* ocupa un área bastante extensa, se halla, sin embargo, localizado en muchas regiones del Mediterráneo de modo que si se ofrece en el mioceno falta en el plioceno, y recíprocamente.

Cardium Munieri, nov. sp.

Lám. Q, fig. 4 *a*, *b*.

Concha casi cuadrangular. Borde de la parte anterior redondeado. Superficie de esa misma porción cubierta de estrías finas que circunscriben á pequeñas fajas transversales correspondientes á una muesca marginal. La superficie central y anterior de las valvas es lustrosa. Porción posterior casi angulosa, ancha, con un surco poco profundo, pero bien marcado; las estrías que adornan la superficie de la parte anterior de la concha resultan en la posterior más gruesas, transformándose en costillas finas que tienden á desaparecer junto al borde cardinal. Á esas costillas las separan surcos en que se ven unas escamitas algo huecas que se destruyen con facilidad, en cuyo caso sólo se apercibe su base.

Borde cardinal ligeramente convexo, con su porción anterior un poco levantada hacia el gancho. Borde marginal muy finamente dentado.

Gancho saliente, casi central, muy encorvado sobre sí mismo. Charnela compuesta de dos dientes cardinales reunidos, de los cuales el posterior sobresale sobre el otro en la valva derecha, que es la única que conocemos. Dientes laterales, triangulares y prominentes.

Impresiones musculares muy débilmente marcadas. La paleal bastante alejada del borde de la concha.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 11 milímetros; diámetro umbo-marginal, 11.

GÉNERO *LUCINA*.

Lucina borealis, Linné.

1766.—*Venus borealis*, Linné, *Syst. Naturæ*, ed. XII, pág. 1134.
1846.—*Lucina borealis*, Lovén, *Index Molluscorum Scandinaviæ*, pág. 38, núm. 279.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *Crag Mollusca*, tomo II, pág. 139. —Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, pág. 229.—Fontannes, *Les Moll. plioc.*, etc., tomo II, pág. 107.

El único ejemplar obtenido en Andalucía procede de un individuo joven. La valva derecha muestra, según ha observado M. Fontannes, un diente lateral anterior, puntiagudo. La figura á que más se parece la concha de San Pedro de Alcántara es la truncada en la porción anterior representada por Hörnes (*loc. cit.*, lám. XXXIII, fig. 4 *a*, *c*).

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 6,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 5.

Yacimientos.—Esta especie aparece en el mioceno medio de Turena, Turín y Suiza; sigue rara en el mioceno superior de la cuenca de Viena, y adquiere mayor desarrollo numérico en el plioceno, sobre todo en el tramo medio de este terreno. M. Fontannes la cita en las margas con *Cer. vulgatum* de Saint-Ariès (Vaucluse), en las con *Nassa semistriata* de Théziers (Gard) y en las arcillas sabulosas de Millas (Pirineos orientales); Wood dice que es muy abundante en el *coralline crag* de Inglaterra, y se ha recogido también en el plioceno superior de Rodas (Fischer) y de Sicilia (Monterosato). Según Hörnes, siempre son en corto número los ejemplares que se obtienen de esta especie en las localidades en que se halla.

Viviente, se ofrece en las costas de Islandia, islas Féroe, Noruega, Inglaterra, Holanda, Francia, España (muy rara, según el Dr. Hidalgo) y América del Norte, á profundidades que pueden medir hasta 175 brazas. En el Mediterráneo escasea más: rara vez se la ve en las costas del Piamonte, Córcega, Sicilia y Argelia. El *Porcupine* la pescó en el cabo de Gata y en el banco de La Aventura; M. Fischer entre Orán y Gibraltar, á profundidades de 400 á 900 metros.

GÉNERO *GONILIA*, Stolizka, 1870.

Este género lo fundó el autor mencionado á la vista de la especie

que Philippi refirió con duda al *Lucina* con el nombre de *Lucina*? *bipartita*. La diagnosis de Stolizka es la siguiente:

«Shell orbicular, small, hinge with three distinct cardinal teeth in each valve, surface with angular striæ, no epidermis.» (*Memoirs of the Geological Survey of India. Cretaceous fauna of Soutern India*, pág. 278.)

Gonilia bipartita, Philippi.

Lám. Q, fig. 5 *a*, *b*.

1836.—*Lucina? bipartita*, Philippi, *Enumeratio Molluscorum Siciliæ*, tomo I, pág. 32, lám. III, fig. 21.

Philippi, al crear esta especie, que refirió con duda, como queda dicho, al género *Lucina*, sólo dispuso de una valva con dos dientes cardinales, correspondiente al lado izquierdo. En San Pedro de Alcántara es muy común.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 3,75 milímetros; diámetro umbo-marginal, 3.

Yacimientos.—Se ha encontrado en el mioceno superior de Monte Pellegrino (Monterosato) y de Rodas (Fischer).

La draga le dió á M. Fischer entre Orán y Gibraltar ejemplares vivientes de esta especie, extraídos de profundidades de 400 á 900 metros.

GÉNERO *CRYPTODON*.

Cryptodon sinuosum, Donovan.

1801.—*Venus sinuosa*, Donovan, *Natural History of Brit. shells*, lám. XLII, fig. 2.
1822.—*Cryptodon flexuosom*, Turton, *Conchylia Insularum Britannicarum*, pág. 121, lám. VII, figs. 9 y 10.
1850.—*Cryptodon sinuosum*, Wood, *Mollusca from the crag*, tomo II, pág. 134, lám. XII, fig. 20.

Sinonimia y diagnosis: Weinkauff, *Mittelsmeere*, pág. 171.—Wood, *op. cit.*, pág. 134.

Aunque de tamaño mucho menor que el de los ejemplares representados por Wood, los recogidos en San Pedro de Alcántara presentan todos los caracteres de la especie.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 3 milímetros; diámetro umbo-marginal, 3.

Yacimientos.—Bajo el nombre de *Lucina sinuosa*, Hörnes (*op. cit.*, pág. 244), representa una especie muy diferente de la que tratamos. No parece que el *Cryptodon sinuosum* apareciese antes del período plioceno. Wood lo menciona en el *coralline crag* de Sutton. Otras especies procedentes del plioceno de Italia y de Bélgica se han confundido con la de que hablamos, y, al comparar las figuras con que se han representado, pensamos que no puede aceptarse toda la sinonimia de Weinkauff.

El *Cryptodon sinuosum* alcanza su máximo desarrollo en la época actual. Weinkauff lo menciona en las costas del Spitzberg y de la Gran Bretaña, á profundidades que varían de 3 á 87 brazas, y hállase también en las de Francia, Portugal y Canarias. En el Mediterráneo, el mismo autor lo señala en las costas de Provenza, Piamonte, Córcega, Sicilia, Dalmacia y archipiélago Griego, á profundidades de 55 á 95 brazas, y en las de Argelia á una hondura de 10 brazas sobre fondos sabulosos.

GÉNERO *MONTACUTA*.

Montacuta bidentata, Montagu.

Lám. Q, fig. 6 *a*, *b*.

1803.—*Mya bidentata*, Montagu, *Test. Brit.*, pág. 44, lám. XXVI, fig. 5.
1822.—*Montacuta bidentata*, Turton, *Brit. Biv.*, pág. 60.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *op. cit.*, tomo II, pág. 126.

Como sólo hemos encontrado un ejemplar, que corresponde á la valva izquierda de esta conchita, que además es muy rara en todas partes donde se halla, hemos juzgado interesante el reproducirla, así como la siguiente diagnosis de Wood:

«Testa minuta, oblongo-ovata, inæquilaterali, lævigata, tenui; postice abbreviata, obtuse angulata, antice producta, rotundata, vix attenuata, margine ventrali et dorsali leviter arcuatis; dentibus duobus in utraque valva; fovea ligamenti media sub umbone demissa.»

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 2,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 1,5.

Yacimientos.—Se conoce esta especie en Inglaterra, en el *coralline crag* de Sutton y de Gedgrave y en el *red crag* de Walton on the Naze; Seguenza la menciona en el plioceno superior de Italia, donde es muy rara; Weinkauff en el cuaternario de Irlanda.

Escasea asimismo en la época actual, aunque se cita en el Atlántico en las costas de Noruega, Gran Bretaña, Francia, España y América del Norte; en el Mediterráneo, á profundidades que varian entre 4 y 35 brazas, en las costas del Piamonte, Sicilia y Argelia, y en el Adriático. El Dr. Hidalgo la señala, pero rara, en Vigo á la hondura de 4 brazas.

Montacuta donacina, *var.* cylindrica, Wood.

1840.—*Montacuta donacina*, var. *cylindrica*, Wood, *Cat. of crag shells. Ann. and Mag. Nat. Hist.*

Sinonimia y diagnosis: Wood, *Crag Mollusca*, tomo II, pág. 131.

Hemos encontrado en San Pedro de Alcántara un ejemplar semejante al que Wood hizo representar. Este eminente conchiólogo dudó si referir la especie de que hablamos al género *Montacuta* ó al *Kellya;* pero Jeffreys la colocó definitivamente en el primero de los dos.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 3,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 1,5.

Yacimientos.—Wood encontró esta especie en el *coralline crag* de Sutton.

Jeffreys la menciona viviente en Falmouth *(Mollusca of Porcupine expedition)*, y Joly en Shetland y Argel.

GÉNERO *KELLYELLA*, Sars.

Kellyella abyssicola, Sars.

Lám. Q, fig. 7 *a*, *b*.

Sólo hemos encontrado una valva, la izquierda. Según Seguenza (*Le formazione terziarie nella provincia di Reggio* (Calabria), 1880), la *Kellyella miliaris,* Philippi, sería la forma joven de la *Kellyella abyssicola,* Sars; pero comparando las figuras, nosotros creemos que son dos especies diferentes, porque nuestro ejemplar, que procede de un individuo joven, se asemeja más á la forma de Sars que á la de Philippi.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 1 milímetro; diámetro umbo-marginal, 1.

Yacimientos.—Según Seguenza, esta especie aparece en el tortonés, y se encuentra en todo el plioceno.

El Sr. de Monterosato la cita viviendo en abundancia en el Mediterráneo á profundidades muy diversas; M. Sars la halló en los mares de Noruega á profundidades de 40 á 650 brazas. En los mares del Norte es donde más abunda.

GÉNERO *ASTARTE*.

Astarte triangularis, Montagu.

1803.—*Mactra triangularis*, Montagu, *Test. Brit.*, pág. 99, lám. III, fig. 5.
1822.—*Goodalia triangularis*, Turton, *Brit. Biv.*, pág. 77, lám. VI, fig. 14.
1853.—*Astarte triangularis*, Wood, *Mollusca from the crag*, tomo II, pág. 173, lám. XVIII, fig. 10.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *op. cit.*, pág. 173.

Sólo recogimos un ejemplar de esta especie y bastante mal conservado. Aunque su tamaño es muy pequeño, observándolo bajo un aumento suficiente se reconoce que se acomoda muy bien á las descripciones y figuras de Jeffreys (*British Conchology*, tomo V, lámina XXXVII, fig. 5), de Wood (*op. cit.*, pág. 173) y de Hörnes (*Wien. tert. Beck.*, pág. 282, lám. XXXVII, fig. 1).

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 2 milímetros; diámetro umbo-marginal, 1,5.

Yacimientos.—Dice Hörnes que el *Astarte triangularis* es muy común en el mioceno superior de la cuenca de Viena. Se encuentra en el plioceno de Italia, en el *coralline crag* de Sutton, en el *red crag* de Walton on the Naze y, en fin, en las arenas cuaternarias de la Clyde.

Viviente, se ha recogido en Shetland, Hébridas, Guernesey, costas de la Gran Bretaña, sobre todo en Escocia (Weinkauff), costas de España (Hidalgo) é islas Canarias. También se encuentra en el Mediterráneo, en Gibraltar, rara, á una profundidad de 8 brazas (Hidalgo), en Algeciras, Cartagena, rada de Bizerta, banco de La Aventura (Jeffreys, *Mollusca of Porcupine expedition*), y en las costas del archipiélago Griego. M. Fischer la extrajo en el golfo de El León, de profundidades de 500 á 1700 metros.

GÉNERO *TURQUETIA*, Ch. Vélain, 1876.

Siendo este género poco conocido, reproducimos su diagnosis: «Concha delgada, transversa, equivalva, muy inequilátera; ganchos poco salientes; lado anterior bien desarrollado; lado posterior

muy corto y casi truncado. En la charnela, estrecha y poco desarrollada, la valva derecha presenta: 1.°, un solo diente cardinal rudimentario y redondeado; 2.°, una cavidad ligamentaria interna, alargada, muy estrecha, practicada en el espesor del borde posterior y situada debajo del diente cardinal; y la valva izquierda lleva: 1.°, un solo diente cardinal muy corto, y delante del mismo una depresión más ó menos profunda, destinada á alojar al diente cardinal de la valva opuesta; 2.°, una cavidad ligamentaria semejante á la descrita. Ligamento interno, estrecho y largo. Dos impresiones musculares medianas, apenas visibles. Impresión paleal simple y muy poco marcada.»

Turquetia fragilis, Ch. Vélain.

Lám. Q, fig. 8 *a*, *b*.

1876.—*Turquetia fragilis*, Ch. Vélain, *C. R. Ac. des sc. Séance du 24 juillet*, 1876.
1878.—*Turquetia fragilis*, Ch. Vélain, *Remarques au sujet de la faune des îles Saint-Paul et Amsterdam*, pág. 135, lám. V, figs. 15-17.

He aquí la diagnosis de esta especie, según Vélain:

«Concha blanca ó ligeramente amarillenta, bastante convexa, muy inequilátera; lado anterior alargado y redondeado con bastante regularidad; lado posterior muy corto, con dos pliegues transversales poco marcados, en correspondencia con dos ligeras sinuosidades del borde posterior; superficie con estrías de crecimiento poco y desigualmente señaladas. Los demás caracteres conformes con los de la descripción genérica.»

Nosotros no encontramos más que un ejemplar: es la valva derecha de un individuo muy joven y de forma menos alargada que la del figurado por M. Vélain.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 1,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 1.

Según M. Vélain, esta especie es muy abundante en las arenas de la isla Saint-Paul en profundidades de 45 á 65 metros, y encontró también algunas valvas en la costa de la isla Amsterdam.

GÉNERO *CRASSATELLA*.

Crassatella tenuistria?, *var. A*, Nyst.

1843.—*Crassatella tenuistria*, var. *A*, Nyst, *Description des coq. et des polyp. foss. des terr. tert. de la Belgique*, pág. 86, lám. VI, fig. 4 *a*, *b*.

Sinonimia y diagnosis: Nyst, *op. cit.*, pág. 86.

Comparando unas conchitas que recogimos con las ya figuradas, no podemos referirlas á ninguna mejor que á la especie á que Nyst dió el nombre que queda referido. Su forma es, sin embargo, más redondeada, y las costillas concéntricas más gruesas que en el ejemplar representado por aquel autor; pero es fácil que los nuestros sean de individuos jóvenes en los que todavía no aparezcan bien señalados todos los caracteres. Á pesar de todo, sólo con duda los referimos á la *Crassatella tenuistria*.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 4 milímetros; diámetro umbo-marginal, 3.

GÉNERO *PECCHIOLIA*, Meneghini.

Pecchiolia argentea, Mariti.

1797.—*Chama argentea*, Mariti, *Odeporico*, tomo I, pág. 324, género 311, núm. 15.

1814.—*Chama? arietina*, Brocchi, *Conch. foss. subap.*, pág. 668, lám. XVI, fig. 13.

1851.—*Pecchiolia argentea*, Meneghini, *Considerazioni sulla geol. stratigr. della Toscana*, pág. 180.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, tomo II, página 168, lám. XX, fig. 4.

El Sr. Meneghini (*Obsserv. strat. e paleont. geol. Toscan*, pág. 180) ha descrito con el nombre genérico de *Pecchiolia* unos ejemplares que le remitió Pecchioli, y que considera más afines á los géneros *Caprotina* y *Requienia* que al *Chama*, y al describirlos restableció la denominación específica que Mariti diera á sus idénticos. Bayan, que en su trabajo *Sur la présence du genre Pecchiolia dans les assises supérieures du lias* (1), da las noticias precedentes, considera este género como distinto de los demás de rudistas, y dice que es el más generalmente admitido. Sin embargo, Quenstedt (*Handb. der Petrefact.*, 2.ª edic., pág. 665, 1864) lo confundió, así como Lamarck (*Anim. s. vert.*, tomo VI, pág. 31, 1819), con el *Isocordia*, á pesar de que ya en 1847 E. Sismonda había demostrado (*Syn. meth. an. invert. Ped.*, 2.ª edic., pág. 18) que no existe ninguna relación entre los

(1) *Études faites dans la collection de l'École des mines sur des fossiles nouveaux ou peu connus.* Lithogr. in 4°, 2e fascicule, p. 157.

dos. Por otra parte, Wood creia que su género *Verticordia* era idéntico al *Pecchiolia;* pero M. Stolizka observa (*Pal. Indica; Pelecypoda*, pág. 225, 1871) que son bien distintos, una vez que el *Pecchiolia* carece de un diente que en cada una de las valvas presenta el *Verticordia.*

Nuestros ejemplares, que consisten en dos valvas derechas de dos individuos del *Pecchiolia argentea*, reproducen muchos de los caracteres que aparecen en las figuras que de esa especie dan diferentes autores.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 31 milímetros; diámetro umbo-marginal, 31.

Yacimientos.—Según Hörnes, esta especie aparece en el mioceno superior de la cuenca de Viena y en el de Tortona, pero es rara á ese nivel. Es algo más frecuente en el plioceno, aun cuando nunca abundante: Cocconi la considera rara en Castell' Arquato y algo menos en Tabiano; Depontaillier como excesivamente rara en Biot. Parece que no pasa del plioceno inferior.

GÉNERO *CARDITA.*

Cardita corbis, Philippi.

1836.—*Cardita corbis*, Philippi, *Enum. Moll. Sic.*, tomo I, pág. 55, lám. IV, fig. 19.

Sinonimia y diagnosis: Nyst, *op. cit.*, pág. 216.—Wood, *Crag Mollusca*, pág. 268.

En los ejemplares que hemos recogido en San Pedro de Alcántara, donde esta especie abunda bastante, el gancho es menos puntiagudo y está más separado de la concha que en el figurado por Wood.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 6 milímetros; distancia umbo-marginal, 5,5.

Yacimientos.—Posible es que la *Cardita corbis* haya aparecido en el mioceno medio de Turena. Nyst la encontró en las arenas negras de Anveres, donde es rara, hasta el punto que este autor sólo cita un ejemplar de 2 milímetros de largo por 1 de ancho. Wood la menciona en el *cor. crag* de Sutton y en el *red crag* de Walton on the Naze. Los ejemplares representados por este autor son más grandes que los de San Pedro de Alcántara, los cuales á su vez son mayores que los procedentes de Bélgica. Philippi encontró esta especie

en Panormi, en el plioceno superior; pero parece que es muy rara en esa localidad. Seguenza la recogió en Mesina, en ese mismo terreno.

Viviente, es también escasa. Scacchi la halló en las costas de Nápoles (Weinkauff); Philippi la señaló en las de Sicilia; Mac Andrew la extrajo de una profundidad de 35 brazas al nivel de Túnez; el *Porcupine* la recogió en el banco de La Aventura; d'Orbigny en las islas Canarias; Jeffreys la menciona en el golfo de Gascuña (de Folin y exp. del *Travailleur*).

GÉNERO *VERTICORDIA*.

Verticordia cardiformis, Wood.

1844.—*Verticordia cardiformis*, Wood, m. s.
1850.—*Hippagus verticordius*, Wood, *Moll. from the crag*, tomo II, pág. 149, lám. XII, fig. 18.
1873.—*Verticordia cardiformis*, Wood, *Supplem. Moll. from the crag*, página 130.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *Supplem. Moll. from the crag*, página 130:

Al publicarse, en 1850, el segundo tomo de los Moluscos del crag de Inglaterra, decía Wood que había reconocido que su género *Verticordia* no era otro que el creado por Isaac Lea con el nombre de *Hippagus*, y, en consecuencia, denominó *Hippagus verticordius* á la especie que él mismo había fundado, á la cual representó con este último nombre (*op. cit.*, pág. 149, lám. XII, fig. 18).

Pero al escribir en 1873 el Suplemento á su obra sobre el crag, dice en la pág. 130 que examinando una concha viviente afine, al primer golpe de vista, á la especie pliocena, se convenció de que debía adoptar definitivamente el nombre de *Verticordia* para un grupo de bivalvas muy distinto de los *Hippagus*, y asignó al primero los caracteres siguientes:

«Shell subcircular, equivalved, subequilateral, closed, nacreous; ornamented with radiating costæ or striæ; umbo suspiral or incurved; hinge narrow, with an obtuse tooth in the right valve, and a depresion in the left for its reception, lunule small, deep seated, heart shaped; adductor muscles more or less ovate; palleal line simple or without inflexion; connexsus cartilaginous, with a very slight exten-

sion outside the dorsal margin; an ossicle in the hinge of the living shell.»

Aunque el único ejemplar que nosotros recogimos se halla muy desgastado, se reconocen en él los principales caracteres de la especie de Wood.

Dimensiones: no permite apreciarlas el mal estado de la concha.

Yacimientos.—Wood la menciona en el *coralline crag* de Sutton. La especie descrita por Philippi con el nombre de *Hippagus acuticostatus* (*op. cit.*, tomo II, pág. 42, lám. XIV, fig. 18), pudiera, al decir del mismo Wood, ser la misma de este autor ó muy afine á ella; pero nosotros creemos que es distinta.

Venus ovata, Pennant.

1777.—*Venus ovata*, Pennant, *British Zoology*, 4.ª edic., tomo IV, pág. 206, lám. XCV, fig. 3.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *Crag Mollusca*, tomo II, pág. 213.—Hörnes, *op. cit.*, tomo II, pág. 139.—Fontannes, *Les Moll. plioc.*, etc., tomo II, pág. 63.

Todos los ejemplares que recogimos, y fueron muchos, proceden de individuos jóvenes; y por más que la especie á que los referimos sea muy variable, al decir de Wood, todos ellos presentan los mismos adornos, sin más diferencias que las que pueden llamarse individuales. Sus costillas son más ó menos gruesas; algunas muestran á veces un surco central, y éste se desarrolla en ocasiones de tal modo que la costilla casi aparece como dividida en dos: las estrías de crecimiento también se marcan más ó menos; pero éstos son caracteres que no tienen nada de constantes y que varían hasta en un mismo individuo.

Wood representó (*loc. cit.*, lám. XIV) dos variedades, procedentes, por otra parte, de localidades distintas. La forma que nosotros encontramos en Andalucía es la de costillas gruesas, que es la que hoy vive en las costas de Inglaterra (Jeffreys, *British Conchology*, tomo V, lám. XXXIX, fig. 1); pero con quien más analogías tienen nuestros ejemplares es con el representado por Hörnes. (*Wien. tert. Beck.*, lám. XV, fig. 12).

Este último autor indica en la sinonimia de esta especie á la *Venus spadicea*, Renieri, figurada por Nyst (*Coq. et polyp. foss. de la Belgique*, lám. XI, fig. 3); pero ésta es diferente. Brocchi denominó

Venus radiata á la misma *Venus ovata*, representándola en su obra (*Conch. foss. subap.*, lám. XIV, fig. 5); pero no hay duda de que las dos son una sola, debiendo, por lo tanto, prevalecer el nombre que Pennant le asignó y comprenderse en su sinonimia el que Brocchi le dió.

Dimensiones: las del mayor de nuestros ejemplares son: diámetro antero-posterior, 9 milímetros; diámetro umbo-marginal, 7,5.

Yacimientos.—M. Fontannes da con duda el período aquitánico como el de la aparición de la *Venus ovata*; pero Hörnes la señala en el mioceno medio de Turena, Dax, Suiza, Grund, Steinabrünn y Gainfahren, donde es común. En el plioceno se ha comprobado su presencia en muchas localidades. Brocchi figuró un ejemplar procedente del valle de Andona, y Cocconi señaló dos variedades en las arenas amarillas del plioceno medio de Riorzo. M. Fontannes ha reconocido la coexistencia en el mediodía de Francia de las dos formas que distingue Wood, y las señala en los faluns con *Cer. vulgatum* y en las margas con *Nassa semistriata* de Eurre, Saint-Restitut, Nyons (Drôme), Bollène (Vaucluse) y Théziers. En las arcillas sabulosas de Millas y de Banyuls es muy común. M. Fontannes observa que la *Venus ovata* no se ofrece en el valle del Ródano sino en las formaciones litorales del plioceno inferior. Depontaillier la encontró muy común en el plioceno inferior de Biot, y común en el medio de Cannes. Wood señala la variedad de costillas finas en el *coralline crag* de Gedgrave, y la otra en el *red crag* de Sutton; y, según Weinkauff, esta especie se ha encontrado en el plioceno superior de Sicilia, Calabria, isla de Cefalonia, isla de Rodas y Morea.

Wood la señala viviente en las costas de Inglaterra y Escandinavia; Weinkauff en el Atlántico, en las costas de Francia; el Dr. Hidalgo en las de España y Portugal, desde Asturias hasta Cádiz y Trafalgar; Deshayes en la costa occidental de Marruecos. En el Mediterráneo abunda en las costas de España, Gibraltar, cabo de Gata, Cartagena, islas Baleares, banco de La Aventura, costas de Francia, Córcega, Cerdeña, Sicilia, en el Adriático y archipiélago Griego, y en Túnez, y Argelia. Las profundidades de que se ha extraído son bastante variables: el Dr. Hidalgo da 15 brazas; Jeffreys, de 0 á 1,083; Weinkauff, 40. Mac Andrew da como profundidad habitual 35 brazas; Forbes y Hanley indican la de 100; según Bechey, Jeffreys la pescó á 145. La mayor hondura de que se ha obtenido es la de 2000 metros, entre Cagliari y Bona, según M. Milne Edwards. M. Fontannes

ha observado que la *Venus ovata* fósil sólo se halla en depósitos de playa, principalmente en los más ó menos sabulosos; pero este hecho no estaría en armonía con el de las profundidades en que hoy vive, por lo cual convendría que ambos se comprobaran.

Venus plicata, Gmelin.

1790.—*Venus plicata*, Gmelin, *Linnæi Syst. Naturæ*, ed. XIII, pág. 3276.

Sinonimia y diagnosis: Hörnes, *op. cit.*, tomo II, pág. 185.—Fontannes, *Les Moll. plioc.*, etc., tomo II, pág. 52.

El único ejemplar que recogimos se parece mucho al que de esta especie representa Hörnes, y difiere del figurado por M. Fontannes por presentar costillas finas entre las gruesas. Aparte de esto, un carácter constante de todos los individuos de la especie, cualquiera que sea su procedencia, es el presentar, en la parte inferior de las valvas, unas laminitas que forman un resalto anguloso subespinoso que va debilitándose gradualmente. Nuestro ejemplar procede de un individuo joven y no es, por tanto, extraño que no presente bien marcados todos los caracteres específicos, por lo cual no nos aventuramos á referirlo á una variedad con preferencia á otra, sin que por lo demás deje duda de que efectivamente corresponde á la *Venus plicata.*

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 7 milímetros; diámetro umbo-marginal, 6.

Yacimientos.—Prescindiendo de un número mayor ó menor de variedades que pudieran agruparse en torno de la forma típica, puede decirse que esta especie aparece en el mioceno medio. Hörnes la cita en Suiza en el helvético, y á este mismo nivel en Grund, Gainfahren, etc., en la cuenca de Viena, y en los faluns de Dax y de Léognan. También la menciona en el mioceno superior. Brocchi enumera una porción de localidades en que se ha recogido en el plioceno inferior. Cocconi la atribuye una gran extensión vertical: dice que se la conoce en los tres tramos pliocenos, y que la forma representada por Brocchi es una variedad característica de ese terreno. M. Fontannes, que sólo con gran escasez encontró la *Venus plicata* en el plioceno del valle del Ródano y del Rosellón, la menciona en las margas y faluns con *Cer. vulgatum* de las inmediaciones de Chabeuil, Nyons (Drôme), Bollène y Visan-les-Bordeaux (Vaucluse), y en las arcillas sabulosas de Millas (Pirineos orientales). Á juzgar por el nú-

mero reducido de los autores que hablan de la especie en cuestión, parece deducirse que es rara: los tramos que han ofrecido más ejemplares son los miocenos medio y superior y el plioceno inferior.

Sin embargo, vive todavía en el mar de Las Indias y en las costas del Senegal. M. Fontannes, que ha comparado entre sí los tipos fósiles y vivientes, encuentra que las modificaciones producidas en la especie han ido acentuándose siempre en un sentido determinado, y así es que, á medida que la edad en que sus individuos vivieron se ha ido aproximando más á la actual, las laminitas han resultado más espaciadas y el seno paleal más ancho.

GÉNERO *TELLINA*.

Tellina balaustina, Linné.

1767.—*Tellina balaustina*, Linné, *Syst. Naturæ*, ed. XII, pág. 1119.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *Crag Mollusca*, tomo II, pág. 227.

Aunque los dos únicos ejemplares que obtuvimos son más pequeños que los figurados por Wood, los caracteres que en ellos se pueden reconocer son los mismos. Sus adornos son los de la figura *4 d* de la lámina XXI. El mayor de los que poseemos perdió en parte al rodar las laminillas salientes que corresponden á las estrías de crecimiento.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 15 milímetros; diámetro umbo-marginal, 11.

Yacimientos.—Al estado fósil, esta especie sólo se conoce en el plioceno: Wood la menciona en el *coralline crag* de Sutton; Philippi en el plioceno de Italia, sobre todo en Sicilia, en el tramo superior.

Viviente, no es menos rara que fósil. Wood dice que se halla localizada en las costas de España, Francia, Piamonte, Córcega, Nápoles, Sicilia, Tarento, Morea, archipiélago Griego, Argelia, y mar Adriático. El Dr. Hidalgo la cita en las costas de España, en Rosas, Cartagena y Gibraltar, á profundidades de 20 brazas, pero rara. Según Weinkauff, la hondura en que vive varía entre 6 y 50 brazas. El *Porcupine* obtuvo ejemplares en el cabo de Gata. Jeffreys la menciona en el Atlántico en las costas de Inglaterra, Shetland, Guernesey, golfo de Vizcaya, costas de Marruecos é islas de Madera y Canarias, á profundidades que oscilan entre 2 y 130 brazas. Weinkauff la cita también en las costas de Islandia.

GÉNERO *SYNDOSMYA.*

Syndosmya alba, Wood.

1802.—*Mactra alba,* Wood, *Transact. Soc. Linn.*, tomo VI, lám. XVI, fig. 9.
1848.—*Syndosmya alba,* Deshayes, *Traité élém. de conchyl.*, pág. 353, lámina VIII bis, figs. 6-8.

Sinonimia y diagnosis: Weinkauff, *Mittelsmeere*, tomo I, pág. 51. —Wood, *op. cit.*, tomo II, pág. 237.—Fontannes, *op. cit.*, tomo II, pág. 44.

Es una especie que abunda en San Pedro de Alcántara, con una forma muy afín á la del ejemplar procedente de Grund, representado por Hörnes. Dicha forma es más redondeada por delante y sinuosa por detrás que la del ejemplar figurado por Brocchi.

Dimensiones: en el mayor de los individuos que poseemos, el diámetro antero-posterior es de 15 milímetros, y el umbo-marginal de 9.

Yacimientos.—Foresti la menciona en los dos tramos inferiores de Bolonia; Depontaillier la considera común en las margas azules del plioceno inferior de Biot; M. Fontannes la señala, aunque siempre rara, en las margas con *Cer. vulgatum* de Mirabel (Drôme) y Saint-Ariès (Vaucluse), en las margas con *Pecten Comitatus* de Bourg-Saint-Andéol (Ardèche), margas con *Nassa semistriata* de Saint-Restitut (Drôme) y arcillas sabulosas de Millas. Wood la rocogió en el *coralline crag* de Sutton y en el *red crag* de esa misma comarca y de Bawdsey y de Walton on the Naze. Según Seguenza, se encuentra en todos los niveles del plioceno. Es también una especie cuaternaria: Wood la menciona con el nombre de *Abra alba* en las arenas de la Clyde; Depontaillier en el cuaternario de Biot.

Viviente, se halla en el Atlántico desde las costas de Inglaterra á las de Marruecos. El Sr. Hidalgo dice que es común en las de Asturias y Cádiz, á una profundidad de 10 brazas. En el Mediterráneo se menciona en las lagunas de las costas, principalmente en Fusaro (Philippi).

GÉNERO *CORBULA.*

Corbula gibba, Olivi.

1792.—*Tellina gibba,* Olivi, *Zoologia adriatica*, pág. 101.
1818.—*Corbula nucleus,* Lamarck, *An. s. vert.*, tomo V, pág. 496, núm. 6.
1854.—*Corbula gibba,* Bronn, *Lethæa geog.*, tomo III, pág. 414, lám. XXXVII, fig. 7.

Sinonimia y diagnosis: Bronn, *op. cit.*, pág. 414.—Nyst, *Coq. et polyp. foss. de la Belgique*, pág. 65.—Wood, *op. cit.*, tomo II, página 274.—Hörnes, *Wien. tert. Beck.*, tomo II, pág. 34.—Weinkauff, *op. cit.*, tomo I, pág. 25.—Fontannes, *Les Moll. plioc.*, etc., tomo II, pág. 16.

Los ejemplares que recogimos en Andalucía se ajustan al tipo figurado por Nyst (*op. cit.*, lám. III, fig. 3) y por M. Fontannes (*op. cit.*, lám. I, figs. 16-19). Los diferentes autores que han dado la sinonimia de la *Corbula gibba* han referido á esta especie muchas que parece son variedades de la misma. Es, en efecto, una forma bastante variable, según lo ha comprobado M. Fontannes en los diferentes yacimientos pliocenos del medio de Francia. Como todas las del género, presenta diferencias bastante marcadas entre las dos valvas; diferencias que Philippi hizo notar (*Enum. Moll. utriusque Siciliæ*, tomo I, pág. 16). La valva derecha es más corcovada, con resaltos transversales mucho más fuertes; la izquierda tiene estrías más tenues, y con frecuencia muestra algunas líneas divergentes. Reeve ha observado que la forma procedente del Mediterráneo es menos rostrada que la del Atlántico, y nosotros, comparando nuestros ejemplares con las figuras que da ese autor (*Conchol. iconica*, tomo II, lám. II, figura 10 *a*) y con las del Sr. Hidalgo (*Moluscos marinos de España, Portugal y las Baleares*, lám. XXVI, figs. 6 y 7), nos hemos convencido de que habíamos recogido el tipo mediterráneo.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 6,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 5,5.

Yacimientos.—Data del aquitánico, según Seguenza; pero se ha citado en depósitos que, por lo menos, corresponden al mioceno medio, tales como los faluns de Dax, Turena, Suiza y Turín. Hörnes la menciona en el mioceno superior de la cuenca de Viena, al decir de Weinkauff; pero donde sobre todo abunda es en el plioceno, en cuyos tres tramos se ofrece, según Seguenza. Brocchi la menciona, con su primitivo nombre de *Tellina gibba*, en el plioceno inferior de las inmediaciones de Asti; Cocconi la supone abundante en Castell' Arquato; Foresti la da en los dos tramos inferiores de Bolonia; Depontaillier como común en el plioceno inferior de Biot y en el medio de Cannes; M. Fontannes la recogió en las margas con *Nassa semistriata* del Péage-de-Roussillon, Horpieux (Isère), Hauterives, Fay-d'Albon, Marsas, Chabeuil, Eurre, Saint-Restitut, Nyons (Drôme), Bollène, Bouchet, Saint-Saturnin (Vaucluse), Andance (Ardè-

che) y Saint-Christophe (Bouches-du-Rhône), y en las arcillas sabulosas de Millas y de Banyuls (Pirineos orientales). Es una especie muy común. Bayle la encontró en el plioceno de Argelia; Philippi y Monterosato la señalan en el plioceno superior de Sicilia y de Tarento. Encuéntrase también en el plioceno superior de Cos, Chipre y Rodas (Fischer) y en el cuaternario de Noruega.

Viviente, se ha extraído de diferentes profundidades del Mediterráneo en las costas de Provenza, Piamonte, Córcega, Cerdeña, Sicilia, Malta, Pantelaria y Baleares, y es frecuente en el archipiélago Griego y en el mar Adriático. El Sr. Hidalgo la considera común en las costas de España del Mediterráneo y del Atlántico (Málaga, Gibraltar, Cádiz). En el Atlántico sube hasta las costas de Noruega y baja hasta las de Marruecos y de las Canarias.

Corbula? hispanica, nov. sp.

Lám. Q, fig. 9 *a*, *b*, *c*, *d*.

Esta especie, de tamaño muy pequeño, perteneciente al grupo *Corbula*, se aproxima mucho al *Erodoma* (antiguo *Lasara)* por la forma de su apófisis ligamentaria. Como parece que todos nuestros ejemplares corresponden á individuos jóvenes, no nos atrevemos á fundar con ellos un género nuevo.

Diagnosis: Concha lisa, lustrosa, inequilátera, con la valva derecha más grande que la izquierda. Ligamento interno. La valva derecha presenta una cavidad ligamentaria situada cerca del gancho y limitada en la parte anterior por un diente cardinal interno poco marcado. El borde anterior muestra un surco bastante largo que parte del gancho; el cardinal posterior ofrece la misma disposición. Un surco circunmarginal, colocado cerca del borde, indica que la valva opuesta es más pequeña. Esta lleva un ligamento interno situado sobre una apófisis cardinal levantada, saliente y dispuesta como en la *Corbula gallica*. El borde cardinal posterior presenta un dentículo redondeado, muy bien limitado. Cavidad cardinal triangular destinada á recibir el diente de la misma forma de la valva opuesta. Borde posterior ligeramente plegado, de manera que forma un surco exterior que lo separa del resto de la superficie de la concha. Impresión paleal angulosa por el lado posterior.

Las dos valvas que aparecen en nuestra lámina no son de un mismo individuo, porque sólo recogimos una del lado izquierdo, y to-

das las que obtuvimos del derecho son de ejemplares mucho más pequeños.

Dimensiones: las de la mencionada valva izquierda son 3 milímetros de diámetro antero-posterior por 2,5 de diámetro umbo-marginal; las de las valvas derechas que poseemos no merecen indicarse porque, según queda dicho, ninguna corresponde á la primera y todas son de individuos mucho más pequeños.

GÉNERO *SAXICAVA*.

Saxicava arctica, Linné.

1766.—*Mya arctica*, Linné, *Systema Naturæ*, ed. XII, pág. 1113.
1836.—*Saxicava arctica*, Philippi, *Enum. Mollus. Sic.*, tomo I, pág. 20, lámina III, fig. 3.

Sinonimia y diagnosis: Nyst, *op. cit.*, pág. 95.—Wood, *Crag Mollusca*, tomo II, pág. 287.—Weinkauff, *Mittelsmeere*, tomo I, página 20.—Hörnes, *op. cit.*, tomo II, pág. 24.—Cocconi, *Enum. sistem.*, pág. 257.

Es una especie muy polimorfa. De todos los ejemplares figurados por diferentes autores con el nombre de *Saxicava arctica*, únicamente podemos asimilar los nuestros al representado por Nyst (*op. cit.*, pág. 95, lám. III, fig. 15), sin que parezca tengan nada de común con el de la cuenca de Viena reproducido por Hörnes. Abunda en San Pedro de Alcántara.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 4,5 milímetros; diámetro umbo-marginal, 2.

Yacimientos.—Dice M. Fontannes que esta especie aparece en el tongriano. Las localidades citadas por Hörnes parecen indicar su aparición en el helvético: la señala, en efecto, en Gainfahren, Steinabrünn, Grund y Turín. La *Saxicava arctica* pasa al mioceno superior, pero caracteriza principalmente al plioceno, en todo el cual la menciona Seguenza en Italia; Wood la cita en el *coral. crag* y el *red crag* de Sutton; Nyst en el crag negro de Anveres. En la cuenca del Mediterráneo ofrece una porción de variedades en el plioceno inferior de Asti; Foresti la recogió en el plioceno medio de Bolonia y la menciona en Monte Mario y otras muchas localidades de Italia. Depontaillier dice que es bastante rara en el plioceno inferior de Biot y muy rara en el medio de Cannes. M. Fontannes la cita en las

margas con *Nassa semistriata* de las inmediaciones de Théziers (Gard) y de Saint-Laurent-du-Pape (Ardèche), en las que es común, y en las margas y faluns con *Cer. vulgatum* de Saint-Restitut (Drôme) y de Visan (Vaucluse), donde es rara. Este autor la encontró alojada ya en diferentes cantos, ya en conchas de ostras y espondilos. El Sr. de Monterosato la señaló en el plioceno superior de Monte Pellegrino y de Ficarazzi; Hörnes en Rodas, al mismo nivel.

Viviente, se ha pescado en el Atlántico, desde las costas de Groenlandia hasta las del cabo de Buena Esperanza; pero en los mares del Norte es donde más abunda. En el Mediterráneo se ha recogido en todo el litoral: el Sr. Hidalgo la señala principalmente en Cartagena y Gibraltar; M. Fischer la extrajo, de profundidades que varían entre 400 y 900 metros, entre Orán y Gibraltar.

GÉNERO *DIGITARIA*, Wood.

Digitaria digitaria, Linné.

Lám. Q, fig. 10 *a*, *b*.

1867.—*Tellina digitaria*, Linné, *Systema Naturæ*, ed. XII, pág. 1120, número 71.
1818.—*Lucina digitalis*, Lamark, *Anim. s. vert.*, tomo V, pág. 544.
1853.—*Astarte digitaria*, Wood, *The Crag Mollusca*, tomo II; *Bivalves*, página 190, lám. XVII, fig. 8 *a*, *b*, *c*.
Digitaria vulgaris, Wood, *The Crag Mollusca*, tomo II; *Bivalves*, pág. 190.
1858.—*Woodia digitaria*, Deshayes, *Anim. s. vertèbres du bassin de Paris*, tomo I, pág. 790.
1873.—*Woodia digitaria*, Wood, *Suppl. to The Crag Mollusca*, pág. 140, lámina X, fig. 8 *a*.

Sinonimia y diagnosis: Wood, *op. cit.*, tomo II, pág. 190.—Weinkauff, *op. cit.*, tomo I, pág. 126.

Esta especie se ha referido á muchos géneros muy diferentes, porque efectivamente algunas de sus cualidades corresponden ya á unos, ya á otros de esos géneros; pero posee otras que la distinguen de todos ellos. Wood la comprendió primero en el *Astarte;* mas en vista del conjunto de sus caracteres, le dió en su colección el nombre de *Digitaria vulgaris*, separándola en grupo aparte. Deshayes la llamó *Woodia digitaria* (*Anim. s. vert. du bassin de Paris*, tomo I, pág. 790); pero la prioridad corresponde al autor inglés, y debe, por lo tanto, conservarse el nombre de *Digitaria*.

Los caracteres del género estriban en la estructura de la charnela. En nuestra lámina se representa, y Wood la describe como sigue:

Valva izquierda: dos dientes cardinales igualmente divergentes, separados por un hoyuelo bien desarrollado, casi triangular. Diente cardinal anterior un poco mayor que el posterior. Diente lateral anterior simple, saliente, bastante largo, separado del borde por un hoyuelo poco profundo. Dos dientes laterales posteriores. El interno bastante desarrollado, y el otro, que lo está menos, se ve sin embargo muy bien en los ejemplares de talla grande.

Valva derecha: dos dientes cardinales; el posterior central triangular, muy grande; el anterior poco desarrollado, largo, rebajado, casi rudimentario y casi marginal. Dos dientes laterales anteriores, separados por un hoyuelo bastante largo y profundo, de los cuales el externo casi se confunde con el borde de la concha. Diente lateral posterior bastante saliente y separado del borde.

La presencia de un diente cardinal grueso ha hecho que esta especie se refiera al género *Astarte*; pero en éste dicho diente es sencillo, sin ornamento y muy saliente, mientras que el del *Digitaria* presenta una depresión triangular central y no se levanta por delante de la charnela. En el *Digitaria*, los dos dientes laterales tienen sensiblemente la misma forma y disposición y son independientes de los cardinales; en el *Astarte*, el diente lateral anterior es una continuación de los cardinales y el posterior se muestra independiente.

Los dientes laterales permiten por sí solos distinguir los géneros *Lucina* y *Digitaria:* en el primero, en efecto, el diente lateral anterior es mucho más corto que el posterior; en el *Digitaria* son perceptiblemente iguales y de la misma forma; en el *Lucina* el lateral posterior es continuación de los cardinales; en el otro género es independiente. Aunque muy característicos del género, los dientes laterales del *Digitaria* no se han observado por la mayor parte de los autores.

La *Digitaria digitaria* es siempre de talla pequeña. Como todos los ejemplares que recogimos están un poco desgastados, hemos hecho dibujar un tipo idéntico al de ellos, pero mejor conservado y que permite apreciar todos los caracteres importantes. Los que han servido para la representación proceden del plioceno de Douerah y se remitieron á la Sorbonne por M. Hagenmuller.

Dimensiones: diámetro antero-posterior, 4 milímetros; diámetro umbo-marginal, 3,5.

Yacimientos.—Bastérot creyó encontrar la *Lucina digitalis*, Lamarck, en los faluns de Burdeos; pero Deshayes, que refiere el hecho, cree que debió haber equivocación y que sin duda se trataba de otra especie.

No parece que la *Digitaria digitaria*, Linné, apareciese antes del plioceno. Wood la menciona en el *coralline crag* y en el *red crag* de Walton y de Sutton; el Sr. de Monterosato en Monte Pellegrino y Ficarazzi; M. Fischer en Rodas, y Wood la encontró en el depósito glacial de Hopton.

Esta especie vive todavía; pero, según Wood, la charnela es un poco más gruesa en los ejemplares vivientes que en los fósiles. En el Atlántico, el Sr. Hidalgo la menciona en las costas de España; el *Porcupine* la recogió en las mismas regiones; Jeffreys la señala en las costas de Cornouailles. En el Mediterráneo, el Sr. Hidalgo y Jeffreys (según las investigaciones del *Porcupine*) la mencionan con el nombre de *Woodia digitaria*, en Gibraltar, islas Baleares, banco de La Aventura y rada de Bizerta, y en el Adriático. Weinkauff la señala en el Mediterráneo á profundidades que varían entre 10 y 40 brazas; Jeffreys indica como términos extremos 10 y 600 brazas.

GÉNERO *POROMYA*.

Poromya granulata, Nyst et Westendorp.

1830.—*Corbula granulata*, Nyst et Westendorp, *Nouv. reches. sur les coq. foss. d'Anvers*, pág. 6, lám. III, fig. 3.
1867.—*Poromya granulata*, Weinkauff, *Die Conchylien des Mittelsmeeres*, tomo I, pág. 30.—Wood, *Crag Mollusca*, tomo II, pág. 260.

Recogimos muchos ejemplares de esta especie, pero todos muy mal conservados, á causa de su fragilidad. Uno, sin embargo, presenta la charnela con el diente característico; la concha es finamente granillosa y presenta la forma general del representado por Nyst (*Coq. et polyp.*, etc., lám. II, fig. 6).

Dimensiones: no podemos darlas exactas por la razón que queda indicada.

Yacimientos.—Es una especie rara en el plioceno: Wood la menciona en el *coralline crag* de Ramsholt, Sutton y Gedgrave; Nyst en el de Anveres; el Sr. de Monterosato en el plioceno superior de Monte Pellegrino y de Ficarazzi.

Viviente, se halla muy esparcida: según Forbes, vive á grandes profundidades en las costas de las Cíclades y del Asia Menor; en el archipiélago Griego se ha extraído de 150 brazas de hondura. Jeffreys la encontró á 50 brazas en la isla de Skyo. Se halla también en las costas de Noruega, norte de Escocia y en el Atlántico hasta la isla Madera. M. Fischer la extrajo entre Orán y Gibraltar de honduras de 400 á 900 metros.

BRAQUIÓPODOS.

GÉNERO *TEREBRATULA*.

Terebratula Philippi, Seguenza.

1871.—*Terebratula Philippi*, Seguenza, *Studii paleontologici sui Brachiopodi terziarii dell' Italia meridionale. Bulletino malacologico Italiano*, anno IV.—Tirada aparte, pág. 54, lám. IV, fig. 8.

Esta especie pertenece al grupo de las terebrátulas que por mucho tiempo se han confundido bajo el nombre común de *Terebratula ampulla*. Nuestro ejemplar procede de un individuo joven y difiere un poco del figurado por Seguenza, pues es más estrecho que éste y muestra menos marcadas las dos aristas dorsales.

Dimensiones: longitud, 26 milímetros; ancho, 22; espesor, 12.

Yacimientos.—Seguenza encontró el tipo de su especie en el plioceno inferior de Calabria.

RADIOLARIOS.

M. Schlumberger, de tán gran competencia en cuanto concierne á los foraminíferos, ha reconocido entre los que nosotros recogimos las especies siguientes:

Spiroloculina badenensis?, d'Orb.

1846.—D'Orbigny, *Foraminifères du bassin de Vienne*, pág. 270, lám. XVI, figs. 13-15.—Rara en San Pedro de Alcántara.

Spiroloculina canaliculata, d'Orb.

Ibid., pág. 269, lám. XVI, figs. 10-12.—Rara.

Spiroloculina excavata, d'Orb.

Foram. du bassin de Vienne, pág. 271, lám. XVI, figs. 19-21.—Bastante rara.

Biloculina lunula, d'Orb.

Ibid., pág. 264, lám. XVI, figs. 22-24.—Común.

Biloculina sphæra, d'Orb.

Ibid., pág. 66, lám. VIII, figs. 13-16.—M. Brady la ha figurado de nuevo en *Report on the sc. results of the exploring voy. of H. M. Challenger*, pág. 14, lám. 2, fig. 4.—Rara.

Biloculina, nov. sp.

Del grupo de la *Biloculina buloides*.—Muy rara.

Triloculina cf. angularis, d'Orb.

1825.—D'Orbigny, *Ann. des sc. nat.*, pág. 133.—Muy rara.

Quinqueloculina Buchiana, d'Orb.

1846.—D'Orbigny, *Foraminifères du bassin de Vienne*, pág. 289, lám. XVIII, figs. 10-12.—Muy común.

Adelosina pulchella, d'Orb.

Ibid., pág. 303, lám. XX, figs. 25-30.—Muy común.

Orbulina universa, d'Orb.

Ibid., pág. 22, lám. I, fig. 1.—Rara.

Dentalina elegans, d'Orb.

Ibid., pág. 45, lám. I, figs. 52-56.—Muy rara.

Dentalina guttifera, d'Orb.

Ibid., pág. 49, lám. II, figs. 11-14.—Muy rara.

Dentalina obliqua, Linné.

M. Brady ha reproducido esta especie (*Report on the sc. results of the exploring voy. of H. M. Challenger*, pág. 513, lám. LXIV, figs. 20-22).—Rara.

Nodosaria bacillum, Defrance.

1830.—Defrance, *Diction. des sc. nat. Planches.—Zoologie*, lám. XIII, fig. 4. —D'Orbigny la representó de nuevo en su trabajo acerca de los *Foraminifères du bassin de Vienne*, pág. 40, lám. I, figs. 40-49.—Muy rara.

Cristellaria ariminensis, d'Orb.

1846. — D'Orbigny, *Foraminifères du bassin de Vienne*, pág. 95, lám. IV, figs. 8 y 9.—Muy rara.

Cristellaria calcar, d'Orb.

Ibid., pág. 99, lám. IV, figs. 18-20.—Común.

Cristellaria cassis, Ficht et Moll.

1803.—*Testacea microscopica*, etc., pág. 95, lám. XVII, figs. *a-l*.—Común.

Cristellaria cultrata, d'Orb.

Robulina cultrata, *Foraminifères du bassin de Vienne*, pág. 96, lám. IV, figuras 10-13.—Muy común.

Cristellaria echinata, d'Orb.

Robulina echinata, *Foraminifères du bassin de Vienne*, pág. 100, lám. IV, figs. 21 y 22.—Común.

Robulina inornata, d'Orb.

Foraminifères du bassin de Vienne, pág. 102, lám. IV, figs. 25 y 26.—Muy común.

Polystomella crispa, Lamk.

1822.—Lamarck, *Anim. s. vert.*, tomo VII, pág. 625.—D'Orbigny (*op. cit.*) la ha figurado, pág. 125, lám. VII, figs. 9-14.—Brady la reprodujo de nuevo (*op. cit.*), pág. 736, lám. CX, figs. 6 y 7.—Muy común.

Amphistegina Jessoni, d'Orb.

Annales des sc. naturelles, tomo VII.—Común.

Rotalina pleurotomata, Schlumberger.

1846.—*Rotalina Partschiana*, d'Orb., *Foram. du bassin de Vienne*, pág. 153, lám. VII, figs. 28-30, y lám. VIII, figs. 1-3.

1884.—*Rotalina pleurotomata*, Schlumberger, *Note sur quelques foraminifères nouveaux ou peu connus du golfe de Gascogne* (*Campagne du Travailleur*, 1880); *Feuille des Jeunes Naturalistes*, pág. 27, lám. III, fig. 5.
Este foraminífero presenta caracteres especiales debidos á la posición de la abertura, que varía con la edad. Los individuos vivientes son más pequeños que los fósiles.—Rara.

Rotalina Schreibersii, d'Orb.

1846.—D'Orbigny, *op. cit.*, pág. 154, lám. VIII, figs. 4-6.—Rara.

Rotalina, sp.

Muy común.

Planispirina contraria, d'Orb.

1846.—*Biloculina contraria*, d'Orb, *op. cit.*, pág. 266, lám. XVI, figs. 4-6.
1880.—*Planispirina contraria*, Brady, *op. cit.*, pág. 195, lám. XI, figs. 10 y 11.
M. Steinmann ha demostrado (*Neues Jahrbuch*, 1881, tomo I, pág. 31) que convendría crear para esta especie un género nuevo que pudiera nombrarse *Nummoloculina*.—Muy rara.

Bullimina pyrula, d'Orb.

1846.—D'Orbigny, *op. cit.*, pág. 184, lám. XI, figs. 9 y 10.—Común.

?Guttulina problema, d'Orb.

1846.—D'Orbigny, *op. cit.*, pág. 224, lám. XII, figs. 26-28.—Muy rara.

Chilostomella ovoidea, Reuss.

1869.—*Denksch. v. k. k. Akad. Wiss. Wien*, tomo I, pág. 380, lám. XLIII, fig. 12 *a*, *c*.—M. Brady la ha hecho figurar de nuevo (*op. cit.*, pág. 436, lám. LV, figs. 12-23).—Rara.

PARTE QUINTA.

NOTICIA BIBLIOGRÁFICA RELATIVA Á LA SERRANÍA DE RONDA.

No analizaremos en este lugar sino las obras en que se trate de la región comprendida entre Málaga y las derivaciones occidentales de la serranía de Ronda.

1841.—D. Francisco de Sales García. *Sobre las minas y fundición de hierro de Marbella.* (*Anales de Minas*, tomo II, pág. 347; Madrid.)

Es un estudio puramente industrial, que no contiene ningún dato relativo á la geología ni á la mineralogía.

1842.—Haussmann. *Ueber das Gebirgssystem der sierra Nevada und das Gebirge um Jaen.*

En este concienzudo trabajo relativo á la sierra Nevada, Haussmann reconoció que esa cordillera está constituída por un gran pliegue anticlinal, cuya parte media, que las denudaciones han puesto á la vista, está compuesta por micacitas granatíferas, mientras que pizarras talcosas, cloritosas y arcillosas forman las dos vertientes. Pone en evidencia como rasgo característico de toda la cadena de montañas de la región del sur de Andalucía, que su vertiente meridional muestra un buzamiento mucho más rápido que la del septentrión.

Sobre la referida serie de pizarras descansan en Málaga, así como en Benalmádena, Fuengirola y Marbella, pizarras negras con grauvaca y dolomía, acerca de cuya edad no se decide el autor, aunque tiende á referir la dolomía y caliza que acompañan á las pizarras negras al terreno cambriano, y al devoniano la grauvaca.

Aunque no estudió la sierra de Mijas, señala que encontró en las últimas derivaciones de esa cadena una caliza gris azulada, que contiene prismas de grammatita blanca (tremolita).

Haussmann refirió al keuper las areniscas y margas de la parte del súdoeste de la sierra Nevada.

Señaló los depósitos terciarios de Málaga y de Vélez-Málaga, pero sin indicar el tramo geológico.

El autor, finalmente, observó á lo largo de la costa muchos terreros formados de brechas y tobas cuaternarias (Benalmádena, etc.); hecho que, como él dice también, es muy general en toda la orilla del Mediterráneo.

1846.—D. Amalio Maestre. *Ojeada geognóstica y minera sobre el litoral del Mediterráneo desde el cabo de Palos hasta el estrecho de Gibraltar.* (*Anales de Minas*, tomo IV, pág. 145; Madrid.)

La serpentina produjo, según el autor, enérgicos efectos de metamorfosis; levantó todas las capas de la sierra que, pasando por Carratraca y Yunquera, forma continuación de la Tejeda; transformó en dolomías cristalinas las margas cretáceas de las sierras de Almijara, de Tejeda, de Yunquera, de Mijas y de Marbella. Todos los macizos de serpertina, desde los de la sierra Nevada hasta los de la Bermeja, son de la misma época.

Maestre reconoció que los depósitos terciarios están constituídos en parte por capas de agua dulce y en parte por sedimentos marinos. Los primeros ocupan el pie de la sierra de Mijas y los cubren los segundos. Los demás depósitos terciarios de la llanura del Guadalhorce, de las inmediaciones de Málaga y de la costa entre Marbella y el río Verde, son de aspecto marino.

1849.—Schimper. *Sur la géologie, la botanique et la zoologie du midi de l'Espagne.* (*L'Institut* (*Journal*), pág. 189.)

El autor considera como silurianas las pizarras de las inmediaciones de Málaga.

Hace constar, como sus predecesores, la existencia del trias en esa comarca; pero le atribuye una extensión demasiado grande.

El terciario comienza por una caliza granilloso-miliar que sustenta, cerca de Málaga, unos depósitos marinos que comprenden dos tramos: arcillas azules, compactas en la base, y, sobre ellas, margas con numerosas bivalvas y fragmentos de vegetales en la parte superior; pero no dice á qué edades geológicas los refiere.

1850.—Ezquerra del Bayo, *On the Geology of Spain.* (*Quaterly Journal*, tomo VI, pág. 406.)

Según este trabajo, la costa desde Gibraltar á Cartagena estaría constituída por rocas correspondientes en totalidad á la época paleozóica. Por primera vez se mencionan fósiles, aunque muy escasos, en las pizarras y las calizas; pero sin darles nombres específicos ni aun genéricos; así como tampoco se precisa á qué tramos corresponden los diferentes depósitos. Tampoco se indica la edad de las formaciones terciarias de la costa.

1850.—De Collegno. *Notes d'un voyage en Espagne et en Portugal en* 1849. (*Bull. Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo VII, pág. 344.)

No es más que un resumen muy sucinto de los trabajos anteriores.

1850.—Ezquerra del Bayo. *Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España.* (*Memorias de la Real Academia de Ciencias*, tomo I, parte 2.ª; Madrid.)

La serpentina de la sierra Bermeja no tiene, según el autor, ninguna relación con la de la Nevada.

Algunos ingenieros españoles pensaban, al decir de Ezquerra, que las erupciones de serpentina fueron posteriores al terreno cretáceo al que metamorfosearon, transformando sus calizas en mármol y aun en dolomía. Otros geólogos admitían que la serpentina dislocó los depósitos del terciario marino de la región; pero el autor creía que los hechos estudiados hasta la época en que escribía no eran suficientes para poder determinar con precisión la edad de la repetida roca eruptiva.

La masa de hierro magnético que se explotaba en las minas de Marbella atravesó y dislocó las pizarras talcosas, las micacitas y las pizarras anfibólicas.

1851.—D. Antonio Álvarez de Linera, *Reseña geognóstica y minera de la provincia de Málaga.* (*Revista Minera*, tomo II, pág. 161: Madrid.)

El terreno, dice A. de Linera, de los montes de Málaga está formado en general por una pizarra arcillosa gris, azulada ó rojiza, según los diversos grados de descomposición y según la naturaleza de los óxidos metálicos que la tiñen, con la cual alterna la pizarra micácea negra y azulada, á la que á veces atraviesan venillas de cuarzo blanco que la hacen pasar á silícea. Esas pizarras, que en muchos

puntos se muestran carbonosas, se levantaron y dislocaron á consecuencia de erupciones de diorita y de otras rocas con anfibol y piroxena, que metamorfosearon á las calizas antiguas que acompañan á las mismas pizarras.

Estas últimas se hallan también en las sierras de Mijas y de Ojén, y en Las Chapas de Marbella; pero en esa última comarca alternan muchas veces con capas de cuarzo que en ocasiones, cuando las primeras se hallan cargadas de mica, les dan el aspecto de verdaderos gneises con cristales de óxido de hierro y de granates dodecaédricos. Á las pizarras de Las Chapas las cortan filones metalíferos que corren de SE. á NO.

Parece que Álvarez de Linera refería al terreno siluriano esas pizarras y la grauvaca que las cubre.

Creía el mismo que la serpentina metamorfoseó las pizarras talcosas dándoles carácter cristalino, y que asimismo aquella roca ejerció cierta acción sobre las calizas poleozóicas, á consecuencia de lo cual desapareció en éstas todo vestigio de fósiles. Á esa serpentina, que en muchos puntos cubre á pizarras micáceas, la atraviesan filones de cuarzo.

Notó la discordancia que existe entre los depósitos numulíticos y las pizarras antiguas; reconoció la presencia del terciario superior en el valle de Guadalhorce; observó un nivel de agua dulce bajo las margas azules de Los Tejares de Málaga, y, en fin, señaló depósitos pliocenos sobre las costas del Mediterráneo, principalmente en las inmediaciones de Estepona, donde indicó capas de agua dulce por bajo de arenas concheras.

1852.—De Verneuil et Collomb. *Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provincies de l'Espagne.* (*Bull. Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo X, pág. 61.)

Aparte de los gneises y micacitas, las demás rocas pizarreñas pertenecen, en opinión de los autores, á los terrenos siluriano, devoniano y carbonífero; pero no indican las razones en que se apoyaron para esa distinción.

En el período mioceno la serranía de Ronda y la sierra Nevada formarían una isla ó península, y el mar penetraría en Andalucía por el golfo del Guadalquivir avanzando hasta Granada. Las calizas rojas amonitíferas de la sierra de Antequera serían las que, prolongándose hasta Gibraltar, formarían la serranía de Ronda.

Los autores observaron discordancias entre los depósitos paleozóicos y triásicos, entre el trías y el terreno jurásico, entre el numulítico y el mioceno y entre éste y el plioceno.

1853.—De Verneuil. *Notice sur la structure géologique de l'Espagne.*

No contiene este trabajo ningún dato nuevo referente á la región que nosotros hemos estudiado, y no es más que un resumen de anteriores escritos.

1854.—Scharenberg. *Bemerkungen über die geognostischen Verhältnisse der Südküste von Andalusien.* (*Zeitschr. der Deutschen geol. Gesell.*, pág. 578.)

Las areniscas y las margas con yeso de las inmediaciones de Málaga pertenecen al trías; terreno que, según el autor, forma una corona alrededor de la sierra Nevada, y otro tanto sucede con el terciario. Esto último es un error, que procede de haber confundido Scharenberg el plioceno de las costas con el mioceno del valle del Guadalquivir y de Alhama.

Este geólogo estudió con gran esmero los depósitos pliocenos de Los Tejares de Málaga; dió una lista de los fósiles que en ellos recogió (véase más arriba la página 232); identificó esos depósitos á las margas subapeninas; notó la discordancia estratigráfica que existe entre las arcillas de Málaga y el terciario de agua dulce subyacente, y observó que los terrenos terciarios se depositaron en cuencas diferentes, formadas por diversas ramificaciones que, partiendo de la cadena de montañas que constituyen la sierra Nevada y la serranía de Ronda, se dirigen hacia el S.

Para este autor existen también en medio de la cuenca de Málaga depósitos posteriores á los terciarios; en la desembocadura del Guadalhorce se ven vestigios de intrusiones recientes del mar, y en los bordes del Mediterráneo se observan brechas calizas y tobas del período actual.

Scharenberg nada decide respecto al levantamiento de la porción occidental del Mediterráneo: para él esta cuestión no se encontraba á la sazón suficientemente estudiada.

1855.—De Verneuil, Collomb et de Lorière. *Note sur les progrès de la géologie en Espagne pendant l'année* 1854 (Caen).

En esta nota no se señala ningún hecho nuevo relativo á la geología de la región que nos ocupa.

1857.—De Verneuil et Collomb. *Géologie du sudest de l'Espagne: Résumé succinct d'une excursion en Murcie et sur la frontière d'Andalousie.*

Tampoco en este estudio aparece ningún hecho nuevo; pero los autores exponen su opinión de que las areniscas, margas rojas y calizas del trías han podido metamorfosearse en pizarras satinadas, pizarras silíceas, cuarcitas y calizas magnesianas ó sacaroideas.

1857.—Ansted. *On the Geology of Malaga and the southern part of Andalusia.* (*Quart. Journ. of the Geol. Society*, pág. 585.)

En este trabajo, superior con mucho á cuantos le precedieron, el autor hace resaltar los puntos esenciales de la estratigrafía de los alrededores de Málaga, y estudia detenidamente la posición respectiva y la constitución de las pizarras micáceas, de las cloritosas y de las arcillosas, deduciendo que estas últimas, que acaban por ser las predominantes, son menos antiguas que las otras, aunque más que las grauvacas. Ningún vestigio de fósiles permitió al autor llegar á la determinación de la edad de esas diferentes capas que, sin embargo, creía debían referirse al período más remoto. En cuanto á las calizas, que á trechos se hallan sobre las pizarras metamórficas, no se aventuró á referirlas á ningún sistema.

La única roca eruptiva que el autor señala atravesando la referida serie de pizarras es la serpentina; el mejor ejemplo que menciona es el de la sierra Bermeja.

Una caliza negra, magnesiana, que se halla junto á Málaga, la refiere al permiano. La acompañan areniscas y conglomerados rojos característicos de ese terreno; pero nunca se han encontrado en esos depósitos fósiles que fijen su posición en la serie geológica.

Otra serie de areniscas y de margas con yeso pertenece al trías; algunos fragmentos de vegetales han permitido determinar su edad con seguridad.

Para Ansted, la dolomía blanca de la sierra de Mijas, así como la que se halla en las inmediaciones de Marbella, no era otra cosa que la caliza jurásica que se ve en Gibraltar, pero metamorfoseada por la serpentina.

Si las calizas numulíticas de las cercanías de Málaga muestran con frecuencia aspecto de mármoles oolíticos, eso se debe á que en ellas predominan las alveolinas. Estos mármoles y las demás calizas numulíticas descansan á veces sobre pizarras antiguas; pero lo más general es observarlas sobre el terreno jurásico.

El nivel inferior de los depósitos pliocenos está constituido por arcillas azules que aparecen principalmente en los alrededores inmediatos de Málaga, y en particular en Los Tejares. Esas arcillas son muy fosilíferas y el autor da una lista de todas las especies que en ellas encontró (V. más atrás, págs. 232-234). Sobre ellas descansan margas, más ó menos sabulosas según las localidades, también muy ricas en fósiles, pero de especies diferentes á las de las arcillas azules. En estos últimos depósitos se han recogido junto á Málaga huesos de mamíferos terrestres, conchas de agua dulce, etc.

Los depósitos pliocenos son muy numerosos á lo largo de la costa del Mediterráneo: hoy forman isleos separados unos de otros, pero en otro tiempo debieron constituir una faja continua.

También se ven tobas calcáreas con algunas conchas marinas cubriendo los terrenos terciarios y secundarios. La altura máxima en que esas tobas se ofrecen es de 40 pies (12 metros próximamente) por cima del nivel del mar, y en ocasiones todavía descansan sobre ellos algunas gravas marinas. Parece, pues, que para Ansted no era dudoso que las playas se han levantado en ciertos puntos y que ese movimiento ascensional llegó hasta 40 pies.

1864.—De Verneuil et Collomb, *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal* (París).

Este mapa da una idea bastante exacta de la constitución geológica de la región que nosotros hemos estudiado. En él aparecen, entre Fuengirola y Marbella, los terrenos metamórficos atravesados por serpentinas y dioritas; el trías de las inmediaciones de Málaga, la faja jurásica que forma continuación á la sierra de Abdalajís, y las cuencas terciarias de Málaga y de Ronda, así como el isleo plioceno de Marbella, también se señalan; pero desgraciadamente los autores no diferenciaron unos de otros esos depósitos terciarios de distintas edades, sino que todos se representan con el mismo color y la misma letra.

1868.—De Verneuil et Collomb, *Carte géologique de l'Espagne et du Portugal* (2e édition).

En esta segunda edición del mapa no se introdujo ninguna modificación en el territorio que nos interesa.

1869.—De Verneuil et Collomb, *Explication de la Carte géologique de l'Espagne* (2e édition).

Los terrenos antiguos no suministraron á los autores materiales que ocasionaran una clasificación nueva; mas, sin embargo, mencionan por primera vez en sus trabajos al terreno permiano, siquiera sea para expresar alguna duda relativa á su existencia. La carencia de fósiles les impedía afirmar la presencia de ese terreno en Andalucía, y únicamente las areniscas que se muestran en la base del trías habría que referirlas al nivel de las de Los Vosgos. Es probable que sean los conglomerados rojos del permiano medio lo que los autores refirieron á ese nivel últimamente mencionado.

De Verneuil y Collomb indican asomos de ofita y de diorita en medio del trías; llama también muy particularmente la atención de estos autores la gran faja jurásica que se extiende desde Murcia hasta la serranía de Ronda, y asimismo señalan como un hecho muy importante que el terreno numulítico se halla siempre á cierta distancia de las costas, mientras que, por el contrario, el mioceno y el plioceno se ofrecen á la inmediación de ellas.

1874.—D. José Mac Pherson, *Memoria sobre la estructura de la serranía de Ronda* (Cádiz).

Es el primer trabajo dedicado exclusivamente á la serranía de Ronda, y, sin embargo, puede decirse que ha agotado la cuestión.

El estudio del Sr. Mac Pherson se divive en tres partes: en la primera hace una descripción orográfica y geológica de la serranía; en la segunda trata de las rocas que constituyen ese macizo, y en la tercera expone los accidentes que han dado á la misma región su relieve actual.

Es éste un trabajo tan importante que á él remitimos al lector, en la imposibilidad de analizarlo aquí sino muy sumariamente; y, desde luego, como las observaciones que más atrás hemos expuesto acerca de las principales relaciones entre la configuración del suelo de la comarca de que se trata y su constitución geológica están de completo acuerdo con las del Sr. Mac Pherson, prescindiremos, para evitar repeticiones, de la primera parte del trabajo de este autor, que es, por otro lado, la menos importante de las tres.

Los principales hechos que en la segunda parte relata son los siguientes:

El centro de la serranía de Ronda está constituído por una masa

de serpentina que abunda, ya en dialaga, ya en mica negra. Su estructura es á veces pizarreña, probablemente por dislocaciones que ha sufrido con posterioridad á la época terciaria, y con frecuencia la roca se muestra alterada. También parece que existe cierta relación entre esta serpentina y las emanaciones metalíferas acaecidas en la región.

El autor ha encontrado, enclavados en la serpentina de la sierra Parda, fragmentos no alterados de una roca que ofrece grandes analogías con la dunita de Nueva Zelanda, y deduce de este hecho que esta última es la roca fundamental de que la primera procede por metamorfosis.

Aparte de esa serpentina, todas las demás rocas de la región constituyen tres grupos: el primero es gneísico y granítico; el segundo comprende pizarras micáceas y alternación de pizarras arcillosas y calizas paleozóicas, y al tercero corresponden areniscas del trías y una serie de calizas y dolomías jurásicas. Los dos primeros grupos se hallan íntimamente relacionados, y el primero se apoya casi constantemente sobre los bordes del macizo serpentínico. Ese contacto se observa según una zona de terrenos antiguos paralela á la sierra Blanca, al sudoeste de Istán, y en la comarca que llaman Las Chapas de Marbella, que se halla á la inmediación de la masa de serpentina que constituye la sierra de La Alpujata. Á la inmediación de la serpentina, los elementos de las rocas del repetido primer grupo, y sobre todo la mica, se alteran, y aparecen penetradas de cristalitos verdes. Los gneises son á veces anfibólicos y en ocasiones granatíferos.

Los terrenos paleozóicos forman una faja que se extiende paralelamente á la costa desde Estepona hasta la planicie de Málaga, faldeando la vertiente meridional de la sierra Blanca ó de Mijas. En esa faja aparecen primero pizarras micáceas y talcosas, y después, en gran espesor, pizarras satinadas, con frecuencia maclíferas, á veces en alternación con calizas negras ó azules. El Sr. Mac Pherson, juzgando por analogía con la serie paleozóica de la sierra Morena, considera esos depósitos como silurianos. Todos aparecen atravesados por filones de cuarzo que afectan diversas direcciones, aunque más comunmente la O.NO. á E.SE. Al sur de la sierra de Mijas atraviesan á esa misma serie filones de diorita, de los cuales el más potente aparece al mediodía de Benalmádena.

El tercer grupo comienza por el trías, que presenta en su base, en estratificación discordante con los depósitos paleozóicos, un conglo-

merado cuyos elementos constitutivos proceden de las rocas subyacentes, y siguen después areniscas con algún espesor, pero siempre poco extendidas. Este trías forma una faja que va desde el río Verde á Torre-Ladrones, y también algunos isleos sobre los depósitos paleozóicos de la planicie de Málaga. En él se han hallado algunos vegetales, principalmente el *Equisetum columnare*. El espesor medio de las areniscas triásicas es de 30 metros, y sobre ellas descansan margas pizarreñas de colores vivos, en medio de las cuales aparecen unas calizas cavernosas, blancas, que contienen yeso.

De la posición relativa de los diferentes terrenos deduce el autor que, á partir del período triásico, el suelo de la comarca, que antes había experimentado un primer levantamiento, comenzó á descender, invadiéndole un mar que, en un principio poco profundo (conglomerado del trías), fué ganando en hondura, sucediendo á la vez que los materiales que recibía fueron pasando de sabulosos á margosos y de margosos á calizos. Con las calizas que estos últimos formaron empieza el período jurásico: corresponden á sedimentos de mar profundo, y su espesor da idea de la larga duración del tiempo en que se depositaron. En ellos pueden distinguirse dos divisiones, de las cuales la primera representa al lías, mientras que la segunda, constituida por margas y calizas muy pizarreñas, no ha ofrecido ningún fósil que permita una determinación más precisa de su edad. Por lo demás, donde quiera que esa serie jurásica aparece, siempre se muestra muy potente y ocupando una superficie considerable. Forma la gran faja que se extiende entre los valles de Burgo y del Guadiaro.

A su inmediato contacto, la serpentina transformó las calizas jurásicas en dolomia sacaroidea, y, por otra parte, las acciones metamórficas extendieron sus efectos hasta á distancias muy separadas de la roca eruptiva.

Sobre los depósitos jurásicos aparece la serie terciaria, en la que también pueden hacerse dos grupos. El inferior, que representa una parte del terreno eoceno, se halla en completa discordancia con el superior, que pertenece á los mioceno y plioceno. El primero se ofrece muy dislocado, mientras que estos últimos, á pesar de que á veces alcanzan alturas de 1000 metros sobre el nivel del mar, se encuentran casi siempre horizontales.

El grupo inferior, que forma una faja en contacto con la serpentina, está constituído por arenas amarillas y por calizas que contienen muchas numulitas.

La presencia de depósitos numulíticos sobre el macizo serpentínico á una altitud de 1500 metros, mientras que en la vertiente opuesta del mismo macizo se hallan al nivel del mar, indica que después de la aparición de la roca eruptiva este conjunto ha sufrido grandes dislocaciones.

Sobre el terreno numulítico, dislocado y surcado por grandes fallas, descansan calizas, arcillas y conglomerados, correspondientes al grupo superior, que se relacionan con los depósitos de la planicie de Málaga. Estas diferencias en la naturaleza de los sedimentos, indican numerosas oscilaciones del suelo durante el fin de la época terciaria. Después del período plioceno no parece que la estructura de la serranía de Ronda haya sufrido ningún cambio notable.

Los principales accidentes que el Sr. Mac Pherson señala en la última parte de su trabajo, son éstos:

Una gran falla, dirigida del O.SO. al E.NE., intervino poderosamente en la estructura de la región estudiada. Á ella se debe que en el valle de Burgo aparezcan en contacto las pizarras micáceas y el terreno jurásico; ella es también la que forma por levante el límite de gran macizo jurásico que rodea á la serranía de Ronda.

La sierra Blanquilla se ocasionó por una serie de fallas, mientras que las de La Nieve y de Tolox corresponden á un gran pliegue sinclinal.

Del estudio de las diferentes comarcas que constituyen la repetida serranía, el Sr. Mac Pherson deduce que la serpentina apareció en la superficie en una época comprendida entre el fin de la jurásica y el comienzo de la terciaria. Los fenómenos que acompañaron á esa erupción determinaron los principales rasgos del relieve que en la actualidad presenta el territorio que nosotros hemos estudiado.

La planicie de Málaga debe su forma semicircular á una bifurcación que el macizo serpentínico presenta hacia lavante, y á una serie de fallas que, ocasionadas cuando la erupción de la serpentina, se escalonan en la porción meridional de la misma planicie.

El suelo de la serranía descendió durante el período numulítico; las sierras jurásicas sólo dibujaban entonces diferentes islas, y al continuar el mar mioceno su acción destructora sobre esas mismas calizas jurásicas, se produjeron nuevas modificaciones en el relieve del territorio.

La dislocación postnumulítica, que parece haber ocurrido sin producir cambios en la dirección de las capas, debió ocasionarse por la reapertura de las fallas originadas cuando la erupción de la serpen-

tina, resultando de ese movimiento del suelo la diferencia que se observa en la naturaleza de los sedimentos de los niveles inferiores y superiores del terreno terciario. Los primeros, en efecto, parecen haberse constituído en mares relativamente profundos, mientras que ya los miocenos resultan litorales.

En la planicie de Málaga se produjeron numerosas oscilaciones al fin de la época terciaria, de lo cual resultó una serie de depósitos, marinos unos y lacustres otros. Esas oscilaciones determinaron un retroceso gradual de las aguas, y cuando el período plioceno el mar ya no ocupaba sino los bordes de la actual serranía.

La causa de esos levantamientos del suelo fué un empuje lateral ejercido sobre un macizo apoyado sobre una roca resistente, que era la serpentina; empuje que ocasionó diversas plegaduras paralelas entre sí, cuya amplitud va disminuyendo hasta el valle del Guadalquivir, mientras que en el paraje en que halló la mayor resistencia toda una gran parte del país se elevó á más de 1000 metros sobre el nivel del mar.

En resumen, la serranía de Ronda comprende tres regiones: El centro lo ocupa un macizo de serpentina que ha ejercido una influencia preponderante sobre toda esa parte de Andalucía, actuando, ya directa, ya indirectamente, sobre los terrenos estratificados que lo limitan. La segunda región está formada por el macizo jurásico que la erupción serpentínica levantó y que después derruyeron en parte los mares terciarios; macizo que hoy aparece cortado en diferentes porciones que constituyen otras tantas sierras entre las que han penetrado los depósitos eocenos y miocenos. En fin, la tercera región desciende hacia la llanura del Guadalquivir y está constituída por colinas casi exclusivamente terciarias.

1874.—D. Domingo de Orueta, *Los barros de Los Tejares.* (*Actas de la Sociedad malagueña de Ciencias físicas y naturales;* Málaga.)

El autor, que da una monografía completa del yacimiento de Los Tejares, junto á Málaga, reconoce, por bajo de los aluviones modernos, los dos niveles ya citados por Ansted. El superior está compuesto de arenas y gravas en un espesor variable á causa de las denudaciones que ha sufrido y que, aun cuando en algunos puntos mayor, es por lo regular de 8 á 9 metros. Estas arenas pasan insensiblemente á las margas azules que han hecho célebre al yacimiento. Entre los dos depósitos hay completa concordancia estratigráfica.

La división superior presenta multitud de fósiles de animales, ya terrestres, ya marinos, predominando en estos últimos los moluscos y, sobre todo, los lamelibranquios.

El Sr. de Orueta no participa de la opinión de Ansted, para quien esa división superior representa un depósito de estuario, y piensa que el aspecto que la misma ofrece más bien procede de oscilaciones del suelo á la inmediación de la desembocadura de un río.

En ella se ven dos zonas poco extensas compuestas de cantos rodados y angulares de mármol, ya compacto, ya oolítico; pizarras; grauvaca, y principalmente fragmentos de un conglomerado muy tenaz, casi exclusivamente compuesto de restos de moluscos, los cuales cree el autor que proceden de otros depósitos preexistentes y fueron transportados por un río; única circunstancia que, á su modo de ver, explica el aspecto antiguo de la fauna contenida en ese depósito.

Las margas azules del nivel inferior encierran una fauna puramente marina, cuyos individuos forman grupos aislados correspondientes á una misma especie. Entre esos fósiles se encuentran algunos conos y trozos de madera de coníferos, indicando la existencia de una playa á la inmediación del paraje en que se constituyó el depósito.

En esas margas se halla un considerable número de foraminíferos, cuyo estudio condujo á Carpenter á referirlos á las especies características del mioceno de la cuenca de Viena.

Los fósiles recogidos por de Verneuil en esas mismas margas de Los Tejares, le dan al Sr. de Orueta una proporción de 80 por 100 de especies correspondientes al mioceno superior, y en los que él mismo obtuvo esa proporción es de 81,25 por 100, deduciendo, en consecuencia, que, en contra de la opinión generalmente admitida, las margas azules de Los Tejares corresponden al mioceno superior (V. págs. 234-235).

Pero no es sólo la diferencia en la constitución petrológica de los dos niveles reconocidos en la localidad lo que permite distinguirlos, sino más principalmente todavía sus faunas respectivas: en las margas predominan los gasterópodos, y los tipos á que pueden referirse ó son extinguidos, que es lo que sucede para la mayor parte, ó viven hoy en los mares tropicales; las especies que se encuentran en el nivel superior son principalmente ó formas que en la actualidad viven en el Mediterráneo, ó tipos característicos del neo-plioceno de

Palermo, al cual período corresponden los raros fragmentos de vertebrados que en aquél se han recogido. Para el Sr. de Orueta no hay, por consiguiente, duda de que ese nivel superior debe colocarse en el plioceno.

1875.—Mac Pherson, *Breves apuntes acerca del origen peridótico de la serpentina de la serranía de Ronda.* (*Anales de la Sociedad española de Historia Natural*, tomo IV, pág. 1; Madrid.)

El autor, que hace un estudio completo de las rocas que constituyen el gran macizo serpentínico de la serranía de Ronda, pasa en revista los caracteres físicos y mineralógicos de esa serpentina, deduciendo que es análoga á la dunita de Nueva Zelanda, señalada por M. de Hochstetter en otros yacimientos análogos.

Demostrado hace algunos años el origen peridótico de la mayor parte de las serpentinas, el Sr. Mac Pherson, que indica como una nueva prueba en favor de semejante teoría el que la composición química de esas últimas rocas conduce á considerarlas como una hidratación del peridoto, agrega que nada mejor que el microscopio para observar y darse cuenta de esa metamorfosis. En él se ve que en las rocas de la serranía de Ronda el peridoto y la materia serpentínica se hallan yuxtapuestas, sin que se ofrezcan tránsitos del uno á la otra; pero la serpentina contiene cristales de espinela cromífera y de picotita que con frecuencia aparecen incluídos en el olivino, y además la materia serpentínica muestra, en medio de sus ramificaciones, una substancia negra y opaca que parece ser hierro magnético, y que procede de la descomposión del peridoto. La transformación del peridoto en serpentina debió, pues, verificarse bajo la influencia de un agente extraño que pudo penetrar al interior de la roca por grietas que en ella se hubieran producido.

El autor distingue dos suertes de serpentina. En la una, la materia serpentínica llena grandes canales con dirección que parece constante; en la otra, esa misma materia se subdivide en ramificaciones. Este segundo estado debe corresponder á una alteración más avanzada, puesto que en él los regueros grandes se unen entre sí por medio de ramificaciones transversales, hasta que, en el límite, se llega á la estructura concéntrica. La serpentinización total de una roca se debería, por consiguiente, á acciones no simultáneas, sino sucesivas.

Á la inmediación de las serpentinas las acciones metamórficas son muy apreciables: las pizarras antiguas penetradas de esas rocas pre-

sentan grandes fajas de enstatita; en los granitos en contacto con las mismas, la mica resulta verde, ya que no se presenten completamente impregnados de una substancia de ese mismo color muy rica en magnesia; en fin, las calizas secundarias se han transformado gradualmente en las dolomías sacaroideas que tan grandes macizos forman en la región. En otro trabajo publicado el año 1883, el señor Mac Pherson da á esas dolomías mayor antigüedad (V. más adelante).

1875.—D. Domingo de Orueta, *Bosquejo geológico de la parte sudoeste de la provincia de Málaga.* (*Actas de la Sociedad malagueña de Ciencias físicas y naturales.*)

El gneis y las micacitas no se muestran sino en Las Chapas de Marbella, donde las atraviesan diversos diques de granito y de diorita.

Las pizarras talcosas, que forman el centro de la sierra de Tolox, son con gran probabilidad pizarras primitivas, y las mismas que, con otras micáceas, constituyen la base de la vertiente meridional de la sierra de Abdalajís. Su dirección es de NE. á SO., ó sea la misma que la de la mayor parte de los accidentes de la región.

Las dolomías sacaroideas, que formaron plegaduras cuando se verificó la erupción serpentínica, constituyen en parte la sierra de Tolox y las que de ésta se derivan, y, en parte también, las de Marbella y de Coín. En la composición de esta última, lo mismo que en la de las de Guaro y de Tolox, entra en buena proporción un asomo de terreno antiguo por entre depósitos terciarios.

El trías, poco desarrollado, sólo se muestra en isleos dispuestos á modo de jalones en dirección al E.SE., que es la de una gran falla que va desde el extremo de la sierra del Real del Duque al sur de Las Chapas de Marbella, pasando por las inmediaciones occidentales de Torre Ladrones.

Los depósitos jurásicos se ofrecen en gran extensión formando muchas cordilleras. La que separa la cuenca del río Turón de la planicie de Málaga, está formada por calizas jurásicas de diversas edades. Á esa cadena, que se prolonga hacia el NE., la interrumpe, al nivel de Carratraca, un valle en que aparecen depósitos numulíticos; pero forma más al norte un macizo, al cual corta el ferrocarril de Bobadilla á Málaga en el trayecto en que éste es paralelo al tajo de Los Gaitanes. Allí se encuentran, según los numerosos fósiles en ellos reco-

gidos, depósitos jurásicos y titónicos (véase el trabajo de los señores Bertrand y Kilian). Calizas jurásicas son también las que constituyen la sierra de Cañete, así como las montañas de Teba y de Peñarrubia; y asimismo es muy probable que correspondan á igual terreno ciertas rocas dolomíticas que, situadas al sudeste de Los Reales, cubren directamente al trías.

El terreno cretáceo únicamente está representado por unas margas blancas y róseas que se hallan en los valles de los ríos Turón y Guadiaro. Esas margas dibujan una gran faja en dirección NE. á SO., que cubre una superficie considerable.

La serpentina atravesó los terrenos jurásico y cretáceo, levantándolos y plegándolos á uno y otro lado del macizo que constituye, resultando que esa roca y las jurásicas y cretáceas afectan la misma dirección. En esta circunstancia encuentra el Sr. de Orueta la prueba de la posterioridad de la serpentina á los depósitos secundarios; y como, por otra parte, á la roca eruptiva cubren á veces otras terciarias, el autor coloca su aparición antes de esa última época.

El mar numulítico penetró por los valles abiertos en las margas cretáceas de las sierras de Cuevas y de Cañete y en las del valle del Guadiaro. Sus depósitos aparecen también al pie de las sierras Blanquilla y de La Gialda sobre los límites del Mediterráneo: cerca de Estepona dan asiento al terciario superior.

Depósitos miocenos forman la fértil llanura en que se halla la ciudad de Ronda, y el Sr. de Orueta hace observar que á 10 ó 12 kilómetros al N. NO. de esa población alcanzan una altitud de 1021 metros, mientras que, por el contrario, aparecen otros del terciario superior en cierto número de puntos de la costa, dispuestos de manera que muestran que los contornos del mar plioceno diferían poco de los del actual Mediterráneo. Resulta, pues, que en el período mioceno el suelo experimentó grandes movimientos; después la región del sudoeste de Andalucía sólo ha sufrido ligeras oscilaciones.

1876.—D. Francisco Madrid Dávila, *Pozo artesiano de la plaza de La Victoria de Málaga.* (Boletín *de la Comisión del Mapa geológico de España*, tomo III, pág. 133.)

Este artículo no es más que el resumen de los trabajos anteriores acerca de la constitución del suelo de los alrededores de Málaga; pero contiene algunos datos nuevos concernientes al espesor de las margas azules del plioceno de Los Tejares.

490

1877.—D. Domingo de Orueta, *Bosquejo geológico de la región septentrional de la provincia de Málaga.* (Boletín *de la Comisión del Mapa geológico de España*, tomo IV, pág. 89.)

Aunque es un estudio que se refiere principalmente á las comarcas de Archidona, Antequera y Campillos, el autor expone incidentalmente su opinión acerca de los depósitos que, situados á 12 quilómetros á levante de Málaga, atraviesa el río Campanillas. En ellos se ofrece una serie de rocas que, por sus caracteres mineralógicos, recuerdan el *new red sandstone* de Inglaterra; y aunque esa analogía no bastaría para fijar la edad de semejantes depósitos, se da la circunstancia de que se hallan comprendidos entre rocas jurásicas y unas calizas magnesianas que con gran probabilidad pertenecen al terreno permiano. Además, en las inmediaciones de Málaga contienen numerosos fragmentos de *Equisetum columnare*, de modo que, si toda la serie no corresponde al trías, es por lo menos muy probable que en ella se halla bien representado el keuper.

El Sr. de Orueta asimila, con razón, los terrenos antiguos de los alrededores de Colmenar á los de las inmediaciones de Málaga.

Por último, el autor hace notar las relaciones que existen entre los principales accidentes geológicos de las regiones del sudoeste y del norte de la provincia, y observa que también en la primera los macizos de serpentina han influido en la dirección de las fallas y de las plegaduras de las capas.

1879.—Mac Pherson, *Descripción de algunas rocas que se encuentran en la serranía de Ronda.* (*Anales de la Sociedad española de Historia natural*, tomo VIII.)

El Sr. Mac Pherson señala en las inmediaciones de Istán gneises granitoides atravesados por filones de granulita de grano fino. En la roca estratificada, que es muy rica en feldespato, se reconocen andalucita, mica negra en fragmentos con cristalillos pequeños de apatita, mica blanca y un mineral que el autor refiere con duda á la sillimanita.

En el macizo de Las Chapas de Marbella los gneises son menos granitoides que en la región precedente. Contienen gran cantidad de mica negra y el feldespato aparece en cristales grandes; pero no muestran andalucita.

En esta misma región cita el Sr. Mac Pherson un granito turmalinífero que no es sino una granulita. Esta roca eruptiva está consti-

tuida por ortosa asociada á cuarzo de estructura pegmatoidea, mostrándose también á veces en ella un feldespato triclínico. Sus demás elementos son micas blanca y negra, turmalina (en gran abundancia) y andalucita. Cerca de Fuengirola se halla una granulita análoga, pero que además contiene granate almandino.

En el origen del río de Fuengirola, sobre el camino de Las Chapas de Marbella á Mijas, existen rocas gneisiformes que encierran hermosos granates almandinos, andalucita, grafito, hematites roja, fragmentitos de espinela ferrífera, rutilo, algunos raros cristales mal definidos de feldespato, y acaso también cristales de circón.

Á las pizarras que se hallan en contacto de las dolomias del cerro del Alcohol las atraviesan filones de diorita constituida por cristales grandes de labrador y fragmentos de piroxena, en parte transformada en anfibol, en actinota y en clorita.

Las noritas de las inmediaciones de Istán presentan grandes cristales de feldespato plagioclasa; enstatita, pasando en parte á clorita y en parte á serpentina, y hierro magnético; pero no se ve olivino en ellas.

Según ya lo ha expuesto en otro de sus anteriores trabajos (véase pág. 336), el Sr. Mac Pherson atribuye la formación de los macizos serpentínicos á la descomposición de las peridotitas de que empasta algunos fragmentos la serpentina que se extiende entre Tolox y Manilva.

Esas peridotitas se refieren á tres tipos:

1.° Aquéllas en que predomina el peridoto. Corresponden á la dunita de Nueva Zelanda, descrita por Hochstetter.

2.° Las constituidas por la asociación de diópsida cromífera, enstatita y peridoto. Su tipo es la lerzolita.

3.° Las formadas por piroxena y peridoto con grandes porciones de pleonasto.

La dunita, gris verdosa, contiene granillos de picotita además de peridoto. Al microscopio se reconoce esta última substancia en granos cuyo diámetro varía entre 0,1 y 0,005 de milímetro, alcanzando el de un milímetro los cristales más gruesos. En los fragmentos grandes de este mineral se observa un estriado longitudinal, debido con gran probabilidad á una macla. Esta roca muestra también algunos granos que el autor refiere con duda á un feldespato básico.

Las lerzolitas tienen una coloración verdosa clara, debida á la verde esmeralda de la diópsida cromífera; mineral que, á causa de una

macla bien marcada, presenta una estructura fibrosa. Al microscopio es ligeramente dicróico. El peridoto brilla más que en las lerzolitas de Lherz; la enstatita muestra una macla dominante y estructura fibrosa.

En el tercer tipo de las peridotitas de que proceden las serpentinas, el peridoto se encuentra, lo mismo que en la dunita, en granos grandes y pequeños; la piroxena es rómbica, y, además de enstatita, se hallan granos negros y opacos que pueden referirse al hierro cromado.

Á consecuencia de la rotura de la bóveda de un pliegue anticlinal, las pizarras micáceas inferiores á las dolomías blancas asoman en el sitio denominado Los Llanos de Juánar. En el eje del referido pliegue se ven, según el autor, en medio de esas pizarras bancos de enstatita blanco-rosácea, untuosa al tacto y de estructura fibrosa, en la que se reconocen multitud de cristales de rutilo y un mineral isótropo de contornos irregulares que probablemente deben referirse al granate. El yacimiento de estos minerales parece ser el de las anfibolitas con pargasita y humita, que nosotros hemos estudiado en el mismo paraje; de manera que sospechamos que el Sr. Mac Pherson atribuyó á la enstatita los cristales de pargasita.

En las inmediaciones de Real del Duque se muestran bien desarrolladas pizarras con chiastolita.

1879.—D. Federico de Botella y de Hornos, *Mapa geológico de España y Portugal* (Madrid).

La masa de serpentina de la sierra Bermeja se distingue muy bien en este mapa. El autor ha representado con razón, en el territorio que nos interesa, numerosos isleos de areniscas permianas, que refiere á las abigarradas. La distinción entre el plioceno de Marbella y el mioceno de Ronda también se establece muy cumplidamente.

1881.—Mac Pherson, *Relación entre las formas orográficas y la constitución geológica de la serranía de Ronda.*

La serranía de Ronda es de forma de trapecio, y la circunstancia que la distingue de las demás regiones andaluzas es la presencia en su centro de una gran masa de serpentina, con relación á la cual se hallan dispuestos todos los accidentes de aquel macizo montañoso, según dos direcciones que entre sí forman un ángulo agudo. De esa circunstancia resulta otro carácter, que consiste en que la vertiente

meridional es de pendiente mucho más rápida que la septentrional.

El conjunto de esa serranía puede considerarse formado de tres regiones. La primera es montañosa y está constituída de un lado por un macizo jurásico, y del otro por terrenos antiguos y serpentina, hallándose entre esos dos macizos una hondonada que toma el nombre de valle del Guadiaro en su porcion del mediodía, y de valle del Turón en su parte septentrional; hondonada á que surcan pliegues y fracturas cuya edad corresponde á la aparición de las rocas peridóticas. El referido macizo jurásico presenta crestas elevadas, se termina en el tajo de Los Gaitanes y separa del valle del Genal al macizo montañoso de la serranía de Ronda. Las pizarras antiguas forman un gran pliegue que ha recibido el nombre de sierra de La Nieve, mientras que la serpentina constituye una cadena menos elevada, cuyas inflexiones siguen los demás elementos que entran en la composición de esa primera región. Entre la referida serpentina y la costa se levanta el macizo dolomítico de la sierra Blanca, que corresponde á un pliegue anticlinal, y contra ella se apoyan, por consecuencia de fallas, gneises y rocas graníticas.

Las derivaciones de esa primera región, que descienden hacia el Mediterráneo, forman la segunda, la cual está formada por serpentina y por depósitos estratificados que las aguas han asurcado en una dirección próximamente perpendicular á la de la cadena principal.

Á partir de la última de esas derivaciones hállase, al norte de Marbella, una sucesión de sierras escalonadas paralelamente á una ú otra de las dos direcciones principales de los accidentes del suelo de la serranía, las cuales encierran como en un recinto semicircular á la planicie de Málaga. Esa es la tercera de las regiones naturales de que se habla.

El autor pasa en seguida al estudio de cada una de ellas, desde el punto de vista de la relación que existe entre su composición geológica y su orografía; pero no le seguiremos en esa tarea, contentándonos con exponer las conclusiones á que llega. Después de un examen minucioso de las dos primeras regiones, deduce que sus formas orográficas dependen no sólo de la desagregación constante que la atmósfera ejerce en el suelo, sino de la disposición y, principalmente, de la diferencia de composición de los materiales sometidos á aquel agente.

En cuanto á la forma de la llanura de Málaga, ésta se debe al modo

como las rocas peridóticas han asomado á la superficie, aprovechando las dislocaciones preexistentes según las dos direcciones que han originado la mencionada figura semicircular.

El factor que principalmente determina los relieves del suelo es la constitución geológica de los depósitos que le componen; hecho que resalta de un modo notable en los miocenos de la llanura de Ronda, compuestos de sedimentos detríticos que, según sea su naturaleza, presentan más ó menos resistencia á la acción de las aguas corrientes; de donde resulta que aunque todos los materiales geológicos de una comarca sean de la misma edad, podrá el suelo de esa comarca ofrecer grandes diferencias en su relieve, en armonía con las variaciones de la composición mineral de los materiales que la componen.

El Sr. Mac Pherson insiste además en ciertos hechos muy interesantes, en parte citados ya por el Sr. de Orueta en el trabajo más arriba analizado (pág. 343), relativos á la disposición muy diferente del mencionado terreno mioceno, según sean los puntos en que se considere. En Ronda y en el tajo de Los Gaitanes, las capas helvéticas se hallan próximamente horizontales á una altitud de cerca de 700 metros, mientras que los mismos depósitos se presentan muy plegados á una altitud mucho menor en los valles del Guadalete y del Guadalquivir.

1883.—Mac Pherson, *Sucesión estratigráfica de los terrenos arcáicos.* (*Anales de la Sociedad española de Historia natural*, tomo XII; Madrid.)

Hemos creido interesante el reproducir aquí la clasificación establecida por el Sr. Mac Pherson, porque la ha fundado en sus estudios en Andalucía, y principalmente en los de la serranía de Ronda.

El autor establece en el terreno primitivo estas cuatro grandes divisiones:

1.ª—*Granito gneísico y gneises* glandulosos.
2.ª—*Gneis micáceo y micacitas.* Esta división comprende el gneis granitoide y la leptinita, las micacitas con glaucófono, y cuarcitas.
3.ª—*Micacitas.* Comprende las talcitas, pizarras micáceas y filitas.
4.ª—*Cuarcitas.*

En la parte superior de las divisiones 2.ª y 3.ª se encuentran las anfibolitas y dolomías que con tanta repetición quedan mencionadas. Esas dolomías son las que en otros trabajos de fecha anterior colocaba el autor en el terreno jurásico.

La sucesión de las capas primitivas establecida por el Sr. Mac Pherson la ha reconocido en todo el mediodía de España, sino que no en todas partes aparece la serie tan completa como la enunciada.

1885.—Michel Lévy et J. Bergeron, *Sur la constitution géologique de la serranía de Ronda.* (*Comptes rendus. Ac. des sc., seance du 20 avril.*)

1886.—Michel Lévy et J. Bergeron, *Sur les roches cristallophylliens et archéenes de l'Andalousie occidentale.* (*Compt. rend. Ac. des sc., seances du 15 et 22 mars.*)

1886.—Salvador Calderón, *Aperçu générale du relief et régions géologiques de l'Espagne.* (*Ann. géolog. universel. du Dr. Dagincourt,* tomo II, pág. 155: París.)

El autor da un excelente análisis de los trabajos publicados referentes á Andalucía, pero no señala ningún hecho nuevo.

1886.—T. Taramelli e Gr. Mercalli, *I terremoti Andalusi.* (*Reale Accademia dei Lincei, anno CCLXXXIII.*)

En su estudio de la serranía de Ronda, los autores analizan los trabajos de los Sres. Mac Pherson y de Orueta, sin agregar ninguna observación general. Hacen, sin embargo, notar que la disposición en que aparecen las serpentinas parece indicar que son rocas inyectadas. La bifurcación que hacia levante muestra la masa serpentínica de la serranía y que corresponde á las dos direcciones principales de los accidentes de la comarca, no se debería sino al encuentro de dos pliegues, dirigido uno al NE. y el otro al SE.E., pliegues por los cuales la serpentina asomó á la superficie.

Separándose de la opinión del Sr. Mac Pherson, los geólogos italianos no admiten que la serpentina sea producto de la alteración de una roca peridótica, porque en tal caso debiera manifestarse el tránsito del peridoto, todavía intacto, á la serpentina, lo cual no sucede, y además las calizas sacaroideas en contacto con esa última roca contienen olivino. Este mineral, por consiguiente, se habría introducido en las calizas por una roca que al lado de ellas debía alterar un potente macizo de su misma naturaleza peridótica; de modo que si realmente la erupción de esa roca produjo fenómenos de metamorfosis, éstos deben considerarse como sincrónicos de esa erupción ó sucedidos inmediatamente á la misma. En cuanto á la influencia de la

serpentina sobre los accidentes generales, los autores italianos parecen poco dispuestos á admitirla.

1887.—D. José Mac Pherson, *Sucesión estratigráfica de los terrenos arcáicos de España.* (*Anales de la Sociedad española de Historia natural*, tomo XVI; Madrid.)

En este trabajo, que es continuación del que, con el mismo título, apareció en 1883, el Sr. Mac Pherson estudia especialmente la serie primitiva de Andalucía.

Reconoce los tipos siguientes:

Gneis glanduloso, del cual se halla un yacimiento en Las Chapas de Marbella.

Gneises micáceos en que predominan el ortosa ó el plagioclasa, según las localidades que se consideren, con intercalación de caliza sacaroidea en la sierra Blanquilla, al norte de Yunquera. En esta división se encuentran variedades con andalucita (inmediaciones de Istán), con cordierita ó con minerales pinitoideos procedentes de la alteración de esa última especie (inmediaciones de Yunquera y de Igualeja, puerto de La Robla, Real del Duque, etc.) El Sr. Mac Pherson confirma, pues, el descubrimiento de gneises con cordierita que nosotros hicimos en la región.

Pizarras anfibólicas. Muy desarrolladas en Las Chapas de Marbella, son ricas en granate almandino, andalucita y pleonasto.

Pizarras piroxénicas. Están constituídas por una asociación de anfibol, piroxena y feldespato plagioclasa. Se presentan en las inmediaciones de Coín.

Calizas cristalinas. Muy ricas en minerales originados por metamorfosis. Se hallan muy desarrolladas entre Marbella y Ojén, y contienen principalmente peridoto (1) y espinela.

Micacitas, pizarras micáceas y *pizarras carbonosas.* En Las Chapas de Marbella estas pizarras están llenas de granates y andalucita. Por

(1) Nosotros no hemos visto peridoto en las dolomías entre Marbella y Ojén, sino abundancia de humita, condrodita y clino-humita, según hemos dicho en oportuno lugar. Acaso la dificultad de apreciar las diferencias entre estos minerales y el peridoto explique la determinación del Sr. Mac Pherson.

lo demás, las pizarras con estaurótida, con distena (inmediaciones de Igualeja), con andalucita y con fibrolita, abundan mucho en toda la serranía de Ronda.

En Andalucía es un hecho constante el de ofrecerse tránsitos de las micacitas á las pizarras micáceas y á las carbonosas.

LA REGIÓN EPIGÉNICA DE ANDALUCÍA

Y EL

ORIGEN DE SUS OFITAS

POR

D. SALVADOR CALDERÓN [1].

Desde la costa de Cádiz, y atravesando esta provincia, y las de Sevilla, Málaga y Granada hasta la de Jaén, se extiende, dividida en innumerables girones, una faja de terreno epigénico perforada por rocas cristalinas.

La extensa región constituída por esa faja ofrece asunto muy apropiado para el estudio de uno de los problemas geológicos más controvertibles y que, sin embargo, no se ha examinado aún cumplidamente.

No faltan estudios ó indicaciones referentes á algunas porciones de dicha región en los escritos de D. José Mac Pherson acerca de la provincia de Cádiz [2] y sobre las ofitas de la misma provincia [3]; en el bosquejo de la comarca septentrional de la de Málaga, por Don Domingo de Orueta [4]; en el de D. Joaquín Gonzalo y Tarín del te-

(1) En la Nota que, acerca de la edad geológica de los terrenos de Morón, en la provincia de Sevilla, por el Sr. D. Salvador Calderón, ocupa las páginas 225 á 239 del presente tomo, alude el autor á otro trabajo suyo, que es el que, por juzgarlo muy interesante, se reproduce aquí, tomándolo del *Bulletin de la Societé géologique de France.*—(*N. de la Comisión.*)

(2) *Bosquejo geológico sobre la provincia de Cádiz*, 1873.

(3) *Sobre las rocas eruptivas de la provincia de Cádiz.—Anales de la Sociedad española de Historia natural*, tomo V, 1875.

(4) *Bosquejo físico y geológico de la región septentrional de la provincia de Málaga.*—BOLETÍN de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo IV, 1877.

rritorio de Granada (1); en la Nota de M. Kilian sobre las ofitas de esa provincia (2), y en el estudio que hemos hecho D. Manuel Paul y yo (3); pero el conjunto de todos estos trabajos relativos á la región ofítica de Andalucía no constituye sino una literatura muy pequeña en comparación de la de los Pirineos, que no es, sin embargo, más importante, ni con respecto á las rocas ofíticas ni por la variedad de los fenómenos epigénicos y orogénicos que las acompañan.

El Sr. Mac Pherson ha sido el primero que ha reconocido la verdadera naturaleza de las ofitas de Andalucía, confundidas antes con las dioritas, quien las ha comparado con las rocas análogas de los Pirineos, y quien ha hecho observar que los terrenos ofíticos en que se hallan dichas rocas no son siempre triásicos, á pesar del conjunto de sus caracteres mineralógicos, sino más bien miembros metamorfoseados de otras diversas edades. Algunos estudios posteriores han confirmado la manera de ver de nuestro sabio colega, á la vez que diferentes investigaciones hechas en otras regiones ofíticas han abierto nuevos horizontes para la solución de los problemas concernientes al origen de las ofitas y al de las rocas epigénicas entre las cuales se encuentran; investigaciones que ejercerán sin duda gran influencia en las cuestiones que actualmente suscita la procedencia de la mayor parte de las rocas llamadas eruptivas.

Por de pronto, mi objeto se limita á exponer los fenómenos ofíticos de Andalucía y el origen más probable de las rocas cristalinas que se encuentran entre las capas metamorfoseadas.

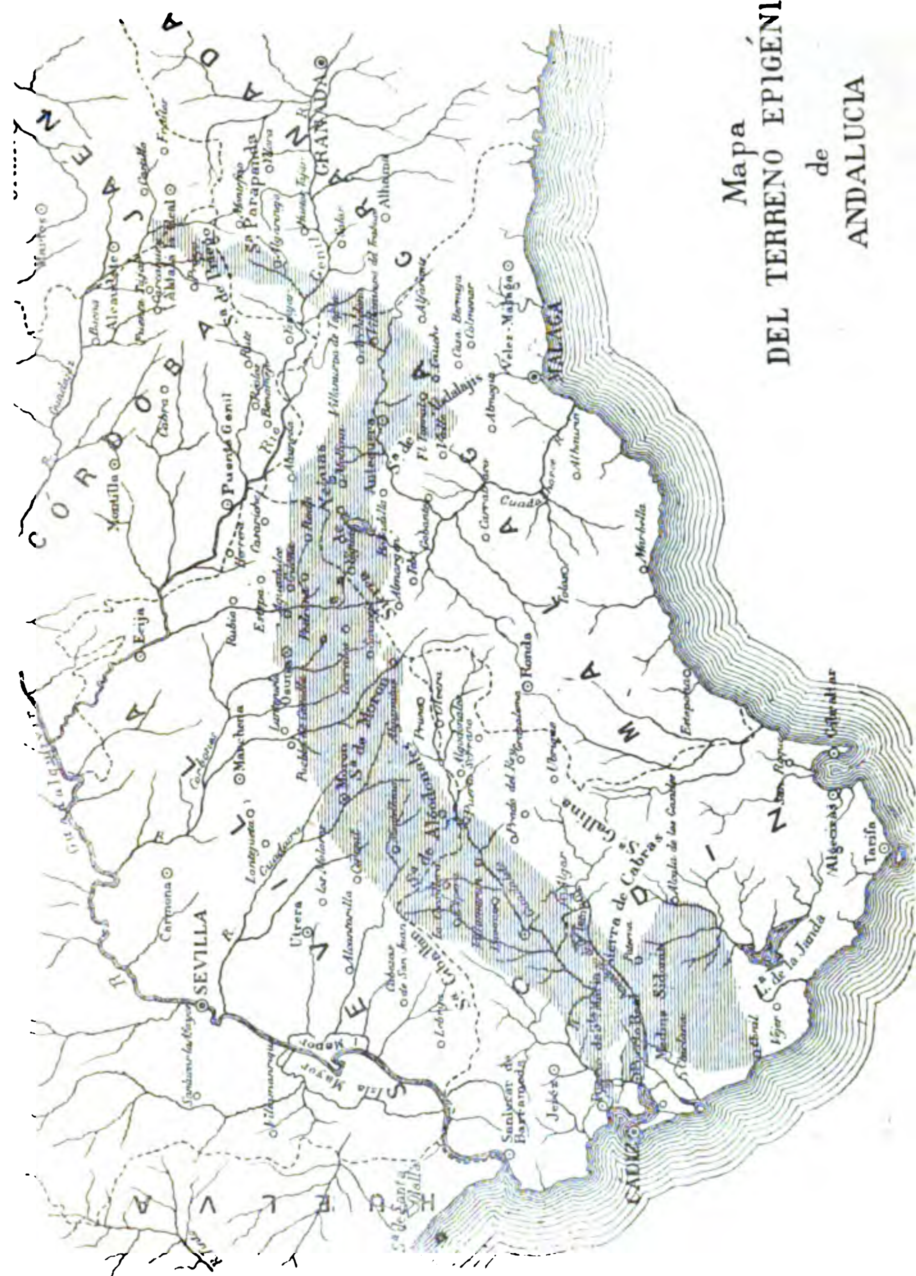
Como no es posible señalar límites fijos ni mencionar la innumerable serie de asomos ofíticos que hay en la región, he creído lo mejor representarla como una faja continua en el mapita que ocupa la página de enfrente, con lo que me evitaré el trabajo de entrar en una descripción detallada, que de todos modos resultaría inexacta, por los tránsitos insensibles que se observan desde los terrenos normales á los metamorfoseados, así como también por los derrumbamientos y los aluviones que con irregularidad suelen cubrir á estos últimos.

Me concretaré, pues, á decir que desde una línea paralela á la

(1) *Reseña física y geológica de la provincia de Granada.*—Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo VIII, 1883.

(2) *Posición de algunas ofitas en el norte de la provincia de Granada.*—Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo XII, 1885.

(3) *La Moronita y los yacimientos diatomáceos de Morón.*—*Anales de la Sociedad española de Historia natural*, tomo XV, 1886.


Mapa
DEL TERRENO EPIGÉNICO
de
ANDALUCIA
SEVILLA
CADIZ
MALAGA
GRANADA
CORDOBA
Gibraltar
Algeciras
Tarifa
Ronda
Écija
Utrera
Carmona
Jerez
Sanlucar de Barrameda
Puente Genil
Antequera
Velez-Malaga
Marchena
Osuna
Marbella
Estepona
Sierra de Cabras
Sa de Algodonales
Sa de Moron

costa de la provincia de Cádiz, que se extiende desde Conil á Puerto Real, la banda ofítica corre de O.SO. á E.NE. hasta las sierras de Algodonales y de Morón (Sevilla), donde tuerce hacia el NE. para entrar en la provincia de Málaga, y bajar de nuevo formando fajas más pequeñas de anchura variable, desde un kilómetro entre Teba y Peñarrubia hasta 4 quilómetros al norte de Gandía. Después de Antequera vuelve á tomar, sobre poco más ó menos, la dirección primitiva para atravesar la extremidad occidental de la provincia de Granada y extenderse entre las de Jaén y Córdoba. Esta distribución general obedece á la dirección que tiene la costa y á la de la cordillera Mariánica, hallándose situada á igual distancia de una y otra hacia su parte media; observándose, en general, que teniendo la banda su parte más ancha en la costa, se estrecha á medida que penetra hacia el interior, hasta que desaparece en las montañas del sistema Ibérico.

Sorpréndenle al viajero los caracteres especiales que, respecto á la orografía y la vegetación, presenta por donde quiera esta vasta zona, los cuales son bastante diferentes de los que por lo general dominan en Andalucía. Ya M. de Verneuil (1) había observado la semejanza de los lugares que de ella conocía con las estepas de Crimea y de la Rusia meridional; y posteriormente el botánico Willkomm ha comprobado esa analogía en sus notables investigaciones sobre las costas y las estepas de España.

La orografía del terreno ocupado por la zona epigénica de Andalucía es en general muy quebrada. Puede dividirse en dos subregiones de una historia geológica especial cada una de ellas, que corresponden próximamente á las dos vertientes atlántica y mediterránea de esta parte de España.

La vertiente atlántica se compone de una serie de fajas paralelas entre sí y á la costa, que pueden dividirse de la manera siguiente: 1.°, la sierra Morena, gran fragmento desprendido de la mesa central, como lo ha definido Mac Pherson (2), que se compone de rocas arcáicas y paleozóicas con pendientes ásperas y trastornos profundos en dirección del NO. al SE.; 2.°, el valle del Guadalquivir, que es un segmento cortado por dos fallas paralelas, que ha descendido

(1) *Géologie du Sud Est de l'Espagne.—Résumé succint d'une excursion en Murcie et sur la frontière d'Andalousie:* Paris, 1857.

(2) *Breve noticia acerca de la especial estructura de la Península ibérica.—Anales de la Sociedad española de Historia natural*, tomo VIII, 1879.

verticalmente, como el del Rhin, y por el cual se comunicaron los dos mares durante la época terciaria; 3.°, una serie de capas secundarias y terciarias que se extienden desde el valle del Guadalquivir hasta el mar, y que han sido fuertemente comprimidas y agrietadas á impulsos de una fuerza cuyo foco se encuentra en el sur. En esta última serie, cuyos trastornos se dirigen de NE. á SO., es donde se encuentra la banda de los terrenos ofíticos que me propongo estudiar.

En la parte septentrional de la provincia de Málaga se encuentra la divisoria de aguas de ambos mares. Allí se eleva una alta serie de montañas jurásicas á cuyo pie se extienden sedimentos terciarios trastornados, metamorfoseados y atravesados por rocas ofíticas. Las mismas acciones orogénicas de una edad relativamente moderna cruzan esta provincia y penetran en la de Granada, donde entre Agrón y La Malá se ven las capas terciarias epigénicas fuertemente plegadas, cortadas en prismas que han resbalado unos sobre otros, formando á veces ziszás en sentido vertical.

Entre los trastornos que por todas partes se encuentran en la zona ofítica, hay que distinguir los que son puramente superficiales de los que proceden de grandes acciones orogénicas. Hay, en efecto, sobre todo en las capas arcillosas con yesos interestratificados, hundimientos, torsiones y levantamientos sumamente raros, debidos á la desaparición por el arrastre de las materias solubles en las aguas, que han adelgazado las capas inferiores y producido el hundimiento de las capas superiores con perturbaciones muy variadas.

Pero esos accidentes, más ó menos superficiales, no son de la naturaleza de los que han producido las grandes plegaduras y las notables fallas á que se debe la orografía de la región y su profunda metamorfosis. Esos accidentes proceden, sin duda, de la reducción que todo el país ha debido experimentar á consecuencia de la contracción del suelo comprimido entre la falla del Guadalquivir y las cadenas del norte de África.

El Sr. Mac Pherson, en un estudio reciente (1), al tratar de la disposición de los terrenos secundarios y terciarios de la Península, en el que compara sus relaciones recíprocas antiguas con las que tienen actualmente, encuentra que las variaciones entre el nivel del mar y la masa principal del país no alcanzan gran importancia; pero

(1) *Relación entre la forma de las depresiones oceánicas y las dislocaciones geológicas:* 1888, págs. 36 y siguientes.

al fin del período terciario y después de éste los cambios fueron considerables, como si el esfuerzo de adaptación se hubiera en parte acumulado en un momento determinado.

Las capas terciarias horizontales que se elevan á 1100 metros en la serranía de Ronda, bajan desde esta altitud en todas direcciones hasta el nivel del mar; pero de distinta manera en el norte y en el sur: del lado del mediodía forman una serie de escalones, pero sin perder nunca su carácter horizontal. Hacia el norte, por el contrario, el terreno terciario describe una serie de pliegues más ó menos pronunciados hasta la vaguada del Guadalquivir. Estoy de acuerdo con el Sr. Mac Pherson para explicar estas disposiciones relativas de los depósitos miocenos por un descenso desigual, pero general del suelo; descenso que desde la época miocena hasta nuestros días ha llegado á ser de más de 1000 metros, dejando en su sitio, donde ha sido relativamente menor, las localidades en que el terciario marino se encuentra á esa altura.

La época en que se han producido esos grandes efectos orogénicos, es aquélla en que ocurrieron los fenómenos epigénicos á que debe sus caracteres especiales la zona representada en el mapita ya referido, la cual ocupa el borde meridional del gran segmento hundido que forma la cuenca del Guadalquivir, como indicando que la energía producida por el esfuerzo de adaptación ha sido el principal agente del conjunto de fenómenos metamórficos y petrogénicos que voy á estudiar.

ROCAS EPIGÉNICAS.

Pocas cuestiones geológicas hay más controvertidas que las que conciernen á la edad y á las causas que han originado la epigenia de los terrenos atravesados por las ofitas en la región pirenáica francesa y española: por lo general, ha bastado la concomitancia de las manifestaciones metamórficas y la presencia de las rocas cristalinas para estudiar juntos ambos fenómenos y para considerar el primero como consecuencia de las erupciones ígneas, porque en la proximidad de dichas rocas se encuentra la sal y el yeso con más abundancia y mayor pureza que lejos de ellas, y el terreno aparece comunmente más trastornado. Sin embargo, en muchos casos las calizas convertidas en yeso, las margas abigarradas salíferas y profundamente agrietadas y plegadas no se ven penetradas por rocas cristalinas.

M. Magnan cree ver en los fenómenos ofíticos un proceso de sedimentación *recurrente* en diversos períodos geológicos, mientras que otros observadores consideran en ellos el resultado combinado de la *recurrencia* y del metamorfismo termal. Sin dar por ahora preferencia á ninguna teoría, me ceñiré á la opinión de M. Choffat [1] y de M. Dieulafait [2], que creen deben estudiarse separadamente las ofitas y las rocas epigénicas, sin prejuzgar que su concomitancia lleve consigo la consecuencia de una conexión de fechas y de procedimiento.

La relación que puede existir entre esas manifestaciones la trataré después de haber estudiado las dos series de hechos.

Se observa desde luego en la región andaluza que sus terrenos epigénicos corresponden á diversos miembros geológicos, y que se encuentran en contacto y en relaciones estratigráficas muy variadas con las demás capas. En la provincia de Cádiz las vemos en contacto directo con las calizas liásicas de Ubrique, con los depósitos neocomienses de Jigonza y el Berrueco, con el terciario inferior en Paterna, Las Salinetas y Medina, y con el terciario medio en Espera y Puerto Real. He reconocido, con D. Manuel Paul, la edad eocena de las capas margosas abigarradas con yeso de Morón (Sevilla), referidas en diferentes ocasiones al trías, entre las que hemos encontrado interestratificada una formación diatomácea que sin duda constituye uno de los depósitos más importantes del mundo de esos pequeñísimos organismos. El Sr. de Orueta ha observado también las diversas edades á que pertenecen las formaciones yesosas tan abundantes en el norte de la provincia de Málaga. En la de Granada son eocenas, en el cerro del Castillejo y en el cerro del Moralejo, y miocenas desde Agrón á La Malá, mientras que en el interior de Jaén las manifestaciones epigénicas se desarrollan en terreno positivamente triásico. El ingeniero D. Alberto Herrera [3] ha encontrado en Cambril en dicho terreno poderosas formaciones de margas abigarradas salíferas con diques ofíticos, que se observan en varios lugares de la misma provincia.

Al pronto no se comprende que se hayan producido formaciones metamórficas de caracteres idénticos á expensas de terrenos geológi-

(1) *Vallées tiphoniques et les éruptions d'ophites en Portugal.—Bull. de la Soc. géol. de Fr.*, 3.ª serie, tomo X.

(2) *Sur les roches ophitiques des Pyrénees.—Comptes rend.*, 1882.

(3) *Datos geológicos y mineros de la provincia de Jaén.*—Boletín de la Comisión del Mapa geológico, tomo IV, 1877.

cos tan diferentes; pero cuando se piensa que han sido sometidos á los mismos agentes, y que en la mayor parte la composición mineralógica es sensiblemente la misma, no parece el hecho tan extraordinario como algunos geólogos han supuesto.

En efecto, en todos los terrenos secundarios y terciarios de Andalucía existen capas más ó menos gruesas de margas ó de arcillas capaces de tomar un aspecto abigarrado y de perder su primitiva estratificación por efecto de los agentes modificadores. Á expensas de las calizas y de las arenas, que contienen de una manera subordinada, pueden producirse los yesos, los aragonitos y demás minerales que voy á examinar.

Entre las rocas metamórficas de la región, la más importante es el yeso por su cantidad y por la constancia con que aparece en forma de capas rojas, azules, negruzcas y abigarradas. Algunas veces se presenta blanco, hialino y de estructura cristalina; otras veces es brechiforme, empastando trozos de arcilla ó de caliza dolomítica. El espesor de las formaciones yesosas es notable en varios lugares, como al sudoeste de Medinasidonia, en los alrededores de Morón y en otros parajes en donde hay colinas de más de 100 metros sobre el nivel de las corrientes de agua que pasan por su pie, formadas de arriba abajo por dicha roca, sin que se encuentre una sola línea en todo ese espesor que manifieste la primitiva estratificación. Las mismas observaciones pueden hacerse en la provincia de Málaga, en Bobadilla, Antequera y Archidona, en las colinas de Castillejo y de Moralejo, y en la de Granada, junto á un codo del Genil, donde, como en las otras localidades que acabo de mencionar, hay canteras explotadas hace mucho tiempo por la excelente calidad del yeso.

Éste pasa á caliza común por el intermedio de otras calizas metamórficas de color obscuro, cavernosas ó compactas y surcadas por venas espatizadas. Á orillas del arroyo Salado, que corre al pie del Berrueco, en la provincia de Cádiz, y en la iglesia de Santa María, en Morón (Sevilla), se ve en unas mismas masas y en corta extensión todos los tránsitos de la caliza normal á la cavernosa y dolomítica y al yeso abigarrado.

Entre las calizas metamórficas del país, son notables, sobre todo, los mármoles jurásicos de Villaluenga, de Prado del Rey, de Morón y de Coripe. Tal vez los mármoles blancos del titónico, tan abundantes en las sierras de Cabras y del Valle, bajo el monte Berrueco y en varios lugares de la provincia de Cádiz, tienen el mismo origen.

Pasan insensiblemente á calizas oolíticas y margas calizas, ó por el contrario, haciéndose más compactos, á verdaderas calizas litográficas.

Las dolomíticas, llenas por lo general de cavidades irregulares, abundan en los alrededores de Puerto Real, en Morón, y, sobre todo, en la provincia de Málaga, cerca del camino que va desde Antequera á Villanueva del Rosario, y entre Archidona y la laguna de Salinas. Esas calizas pasan algunas veces á verdaderas dolomías por el intermedio de variedades cada vez más magnesianas y de una estructura más compacta, que es lo que se observa en los alrededores de Puerto Real; al norte del cortijo de Morillo, en la provincia de Granada, en contacto con la ofita, y en otros lugares.

De la misma manera, las calizas, las margas y las arcillas han experimentado diversas evoluciones en la zona epigénica de Andalucía, desde las modificaciones más ligeras hasta un abigarrado muy fuerte, con penetración de diferentes substancias minerales y el cambio en rocas pizarrosas, como en las sierras de Lújar, Gor, Tejea, etc., donde se encuentran en contacto inmediato con los yesos.

La constancia con que se encuentra la sal marina interpuesta entre las rocas abigarradas es digna de observación. Las aguas pluviales se encargan de extraerla gradualmente y depositarla en la superficie del terreno en forma de capa blanca, y de transportarla á las depresiones, donde acaban por constituir estanques ó lagunas que se evaporan en verano. Mencionaré los manantiales clorurados de las inmediaciones de Prado del Rey; las salinas de Hortales, explotadas hace mucho tiempo; las lagunas de Fuente Piedra y de Herrera, en la provincia de Málaga; pero limitándome á esas, porque el número de manantiales, pozos y estanques más ó menos salados de la región ofítica andaluza haría interminable la lista.

Los depósitos de azufre y los manantiales sulfhídricos, que por todas partes se encuentran en el país, deben su existencia á los mismos fenómenos epigénicos. Conocidos son los famosos yacimientos de Arcos de la Frontera, beneficiados con buen éxito, y los de Conil, cuyos magníficos octaedros figuran en las colecciones de todos los museos, y se encuentran también otros entre los yesos de Morón, de Antequera y de Fuente Camacho. En cuanto á los manantiales sulfhídricos, se hallan por todas partes, principalmente en forma de hilos intermitentes ó desprendimientos súbitos en los yesos después de las lluvias, que se reconocen desde lejos por su olor féti-

do: algunos, sin embargo, adquieren gran importancia, como los manantiales de Carratraca, donde hay un gran establecimiento balneario, afamado por la acción que ejercen sus aguas en las enfermedades cutáneas. En esos abundantes manantiales, la descomposición del ácido sulfhídrico en contacto con el aire da lugar á la precipitación del azufre, y algunas veces los depósitos pueden llegar á ser considerables con el tiempo.

Entre los minerales accesorios que aparecen en las rocas epigénicas, mencionaré: la celestina en grupos de prismas hialinos muy bien cristalizados que acompañan al azufre de Conil; la magnesita, que con frecuencia se encuentra entre las formaciones yesosas; los cristales de cuarzo, que terminan en una doble pirámide exagonal, blancos, rojos ó negros, y se ofrecen en los yesos y en las margas; los curiosos riñones de sílice verde, hallados por M. Kilian en la provincia de Granada [1]; el aragonito, en forma de concreciones y de geodas en las calizas metamórficas, y, en fin, las substancias bituminosas, que se encuentran sobre todo en la proximidad del azufre.

El conjunto de los productos metamórficos que acabo de mencionar se ha explicado de muy diverso modo en la región pirenáica; pero se ha considerado generalmente como producto de la acción de las ofitas sobre los sedimentos que han atravesado, por la alta temperatura, á la cual se supone que han hecho erupción, y por las emanaciones que las acompañaban.

Á mi modo de ver, las erupciones á que se atribuye la aparición de las ofitas no pueden explicar la epigenia de las rocas entre las cuales se presentan, y es inútil recurrir á semejante hipótesis para darse cuenta de estos fenómenos en Andalucía y en los Pirineos. En lo que concierne á Andalucía, estoy persuadido de que son el resultado de tres factores de la misma importancia relativa: el esfuerzo orogénico que ha trastornado las capas y reducido enormemente su extensión primitiva; la concurrencia en ellas de substancias procedentes de otros terrenos inferiores y de materias orgánicas de origen superficial; y las aguas que han verificado ese transporte y proporcionado por sí mismas el primer agente de la química geológica. Trataré de probar que estos tres factores se han reuni-

(1) *Posición de algunas ofitas en el norte de la provincia de Granada.*— BOLETÍN de la Comisión del Mapa geológico, tomo XII, 1885.

do en la región y que han contribuído igualmente á ocasionar lo que se ha llamado impropiamente el *ofitismo*.

Ya he hecho notar que toda la región epigénica de Andalucía se encuentra sumamente trastornada y que se ha rebajado más de 1000 metros desde la época terciaria. En las capas yesosas y en las de diversas edades próximas á ellas, se observan además orientaciones que no son las dominantes en estos terrenos. El Sr. de Orueta (1) ha notado esta circunstancia en el jurásico, el numulítico y el mioceno de diferentes lugares de la provincia de Málaga, y yo he tenido ocasión de confirmarlo en las de Sevilla y Cádiz. Estos movimientos orogénicos comenzados en la época miocena han continuado después y no han cesado aún de una manera completa.

Los últimos movimientos del terreno han ejercido una influencia inmensa en la orografía é hidrografía del país. Estuvo cubierto durante el período cuaternario de lagunas y de lagos, de los cuales son restos todavía los de Medina, Fuente Piedra, Herrera y de otras varias comarcas, en las cuales la mayor parte ó tal vez la totalidad del líquido que reciben se pierde en verano por evaporación. El señor de Orueta ha hecho ver que la campiña de Antequera y la parte baja de la de Archidona eran vastos lagos, y que las aguas que se depositaban en el centro del distrito septentrional de la provincia de Málaga debieron llenar depresiones profundas antes de abrirse paso para verter en el Genil. Estas depresiones acaso se formaron por los empujes que experimentó la región antes de sedimentarse las capas miocenas, y los lagos se mantuvieron por el régimen de las lluvias tan preponderantes en la edad miocena. Por otro lado, el predominio del elemento arcilloso en una gran parte de la región, favorecía la permanencia de las aguas que constituían abundantes depósitos salinos.

Pero después del período mioceno se produjo un movimiento en dirección normal al que ocurrió antes de los primeros depósitos terciarios, y después de este gran acontecimiento casi todos los ríos del país corren por álveos que se han abierto en época reciente, dejando tajos cuyo carácter relativamente moderno es sorprendente, y por los cuales se han vaciado las lagunas.

La influencia de este régimen pantanoso al final del período terciario y durante el cuaternario en la producción de los fenómenos epigénicos mencionados, me parece de toda evidencia. Da cuenta de

(1) Loc. cit., págs. 79 y siguientes.

la presencia de substancias bituminosas y de otras materias orgánicas. El ácido sulfhídrico de los manantiales, á los cuales se deben los depósitos de azufre, proviene de la acción de las substancias bituminosas sobre el yeso en presencia del agua. Estas reacciones se producen algunas veces de una manera súbita, dando lugar á verdaderas explosiones y aun á temblores de tierra locales, como ha sucedido algunas veces en Coripe.

Después de la desecación de las lagunas, las manifestaciones debidas á las materias orgánicas en presencia de las substancias minerales quedaron reducidas á débiles vestigios de la fuerza que alcanzaron durante la época cuaternaria, en la cual la zona que representa nuestro mapa era ciertamente una de las regiones de volcanes de lodo más importantes que haya existido nunca. Hay todavía en actividad gran número de ellos en Conil cerca de los azufrales, entre Paterna y Alcalá de los Gazules, en el camino de Montellano á Coripe, etc. Cuando forman conos, tienen generalmente una altura de uno á dos metros por tres ó cuatro en la base, y están constituídos por un lodo muy fino. En la parte superior contienen, ó á lo menos la han contenido, una charca de lodo espeso y negruzco empapado en agua salada, de la cual se desprenden burbujas de hidrógeno sulfurado. Una parte de esos volcanes se encuentra en un estado de actividad lenta, y los hay también que se han aplanado hasta quedar casi reducidos á unas capas de lodo negro con protuberancias, de las cuales se desprenden algunas burbujas en el fondo de ciertos arroyos. Pasan insensiblemente á constituir los manantiales llamados sulfurosos, como los de Fuente-Amarga, en Chiclana; Gigonza, cerca de Paterna; Pozo Amargo, en Coripe, ó bien no surgen sino en hilos insignificantos.

En presencia de los volcanes de lodo de la región, no hay más remedio que reconocer un fenómeno idéntico á las macalubas conocidas en Italia, en las cuencas fangosas de la Nueva Zelandia descritas por Hochstetter (1), en las calderas arcillosas termales que he tenido ocasión de reconocer en Nicaragua (2) y en los cráteres de la región del mar Muerto, que en la época actual es la más importante por el número y tamaño de esta especie de volcanes.

Las corrientes de materias gaseosas acompañadas de vapor de agua

(1) *Voyage à la Nouvelle Zelande.—Tour du monde.*

(2) Calderón, *Los grandes lagos nicaragüeses en la América central.—Anales de la Sociedad española de Historia natural*, tomo IX, 1882.

ó de manantiales termales han debido de ejercer una gran influencia en el metamorfismo de las rocas de la zona andaluza de que hablo durante la época en que estaba cubierta de lagunas y sembradas sus orillas de volcanes fangosos. Sabido es que el abigarrado de las substancias arcillosas se produce en circunstancias semejantes en Java, en el pico de Teide, en la isla de Vulcano y en el azufral de Nápoles. La caliza que se encuentra inmediata á las fumorolas ó á los manantiales que contienen ácido sulfhídrico, se descompone; el ácido carbónico se reemplaza por el sulfúrico, y la roca se transforma en yeso, cambio que va acompañado algunas veces de un depósito de azufre.

Es lo que sucede en el lago Aguano, en el azufral cerca de Nápoles y en la gruta de San Calogeno (Lipari), donde la caliza da el alabastro más puro. Ese es también el origen de los depósitos de azufre y de los yesos metamórficos de Andalucía, donde, como he dicho, se puede seguir el paso insensible de los carbonatos á los sulfatos de cal en las mismas masas (1).

Las aguas que contienen en disolución el ácido sulfhídrico, llevan también consigo el carbónico en proporción variable, y algunos manantiales sulfhídricos se han transformado en carbónicos; cambio fácil de explicar, porque el segundo período de la descomposición de las substancias orgánicas produce ácido carbónico. Por la misma razón vemos las calizas normales transformarse unas veces en yeso y otras en dolomía: este último cambio se debé á la acción de las aguas carbónicas sobre las calizas ya magnesianas, á las cuales han arrebatado en un principio más carbonato calizo que magnesiano, en virtud de la diferente solubilidad de estos dos cuerpos, y después el segundo se disuelve también y es transportado á las celdas y cavidades

(1) Hablo aquí exclusivamente de los yesos metamórficos, porque en la región los hay sedimentarios con caracteres que revelan su origen. Por ejemplo, los del terreno triásico normal de la sierra del Luque y del cerro del Águila, en la provincia de Málaga, se encuentran en forma de capas muy delgadas entre los bancos margosos y silíceos.

Las aguas arrastran también yesos que infiltran entre las rocas porosas ó que depositan en los estanques cuyo fondo es arcilloso. En ese caso permanece allí en pasta blanca que á veces cristaliza, cuando la desecación es rápida, en hermosos cristales en forma de hierro de lanza. El fondo de la laguna de Fuente-Piedra está constituído por un lodo fino sembrado de estas maclas. Esas formaciones yesosas actuales no pueden tampoco confundirse con el yeso metamórfico.

que, tapizadas primero y llenas después de cristalitos, transforman á veces la roca en verdadera dolomía.

La mayor parte de los manantiales relacionados con los volcanes de lodo han debido de ser termales, contener sílice en estado gelatinoso, y podido infiltrarse en las margas y yesos que aparecen penetrados de cuarzo en prismas terminados por una doble pirámide exagonal. Muestran, en efecto, que su cristalización ha tenido lugar en un medio acuoso y bajo la influencia de una gran presión. El aragonito que tapiza las calizas metamórficas ó rellena sus huecos, prueba que allí se ha verificado una evaporación en caliente de las disoluciones de carbonato de cal.

Los mismos manantiales contienen además materias salinas y, sobre todo, cloruro de sodio, el cual, á mi modo de ver, ha sido transportado de las capas salíferas del trías á la zona objeto de mi estudio; porque se encuentra en los terrenos epigénicos de diversas edades que descansan sobre aquél, y esto supone una comunidad de origen posterior á la sedimentación de todos los terrenos metamorfoseados.

Muchas veces se ha atribuído á las ofitas la presencia de sal común en las margas abigarradas, sin tener en cuenta que dicho cuerpo no ha podido formarse de ninguna manera por la vía ígnea desde que el globo ha tenido condiciones de habitabilidad. Ese es un principio en el que ya no cabe discusión [1]; mientras que, por el contrario, con tal que las aguas cargadas de cloruro sódico encuentren camino por donde correr, concluyen por formar depósitos de sal aun á distancias muy alejadas del punto en donde la toman. M. Choffat ha observado que la composición de los manantiales de los terrenos ofíticos de Portugal es independiente de las capas en que surgen y de la proximidad de las rocas cristalinas. Los manantiales termales de esa región no están tampoco en relación con dichas rocas, sino más bien con las fallas.

Bajo la influencia de la temperatura elevada que los agentes arriba mencionados han ejercido, una parte del cloruro transportado anteriormente por los manantiales y mezclado con las margas se descompone, produciendo grandes desprendimientos de ácido clorhídrico y el abigarrado de dichas rocas.

Resulta, pues, que mediante las descomposiciones orgánicas y la

(1) Schwarz, *Vorkommen und Bildung des Steinsalzes*: Leipzig, 1886.

del cloruro de sodio se han producido los ácidos clorhídrico y carbónico, y el ácido sulfhídrico que se transforma en sulfúrico por oxidación: esos ácidos, en presencia de la cal, la magnesia y la sosa, han originado todas las sales de la región epigénica, las cuales á su vez, actuando sobre otros cuerpos, han ocasionado nuevos minerales. El cloruro de magnesio, por ejemplo, obrando sobre la sílice hidratada, produce la magnesita, de la misma manera que ésta se obtiene artificialmente poniendo en relación aquellos cuerpos, sobre todo con ayuda del vapor de agua.

La epigenia de nuestra región es, como he dicho más arriba, producto del conjunto de factores geognósticos, orogénicos é hidrogénicos; de manera que la falta de uno de esos factores ha bastado para que los fenómenos no hayan tenido lugar en varios parajes de la misma región. Esa es la causa del carácter esporádico de los rodales de rocas metamorfoseadas y de los diversos grados de intensidad que presentan.

Hay sitios donde el esfuerzo orogénico ha obrado con un poder enorme, y donde no se encuentra, sin embargo, la menor señal de aquellos fenómenos: así sucede en la provincia de Cádiz, aun en las inmediaciones de la zona señalada en el mapa; en la sierra de Jorge, que separa las provincias de Málaga y de Granada, al noroeste de esta última, y en diferentes lugares en donde no se han reunido los elementos químicos necesarios para producir las reacciones que han determinado los cambios epigénicos. Por el contrario, fuera de la zona repetida, y, por consiguiente, muy lejos de las ofitas, se han producido, á veces, fenómenos análogos ó idénticos donde quiera que se reunieron dichas circunstancias. Los Sres. Barrois y Offret han encontrado [1] en el yeso de Las Alpujarras, que se presenta en capas lenticulares hacia la parte superior del cambriano y debajo de las calizas triásicas, un gran número de minerales accidentales. Unos son idénticos á los que constituyen las pizarras y calizas que lo contienen; pero otros, como el azufre, la fluorina y el cuarzo en largos prismas exagonales, no se muestran en aquellas rocas. Estos últimos minerales manifiestan que necesariamente ha habido emanaciones sulfurosas que han actuado sobre las calizas, y los minerales clásticos que se encuentran en el yeso formado de esta manera proceden de la mis-

(1) *Sur la constitution géologique de la chaine bétique.—Comptes rendus*, 1886; Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España, tomo XIII.

ma caliza ó de las salbandas pizarrosas, de donde han sido arrancados por el aumento de volumen al formarse el yeso.

OFITAS.

Ya he dicho que en toda la zona epigénica de Andalucía se encuentra un número considerable de asomos de las rocas cristalinas que el Sr. Mac Pherson ha calificado antes que nadie de ofitas, comparándolas con sus análogas de los Pirineos; pero, como este nombre se ha aplicado muchas veces á rocas verdes muy diversas, hay que definir lo que significa esa denominación.

Las ofitas mejor caracterizadas se hallan constituídas por la piroxena y el feldespato triclínico con base de cal, de una estructura particular, en la que el segundo de estos minerales está como amoldado al primero. Estos dos elementos no bastan para caracterizar el grupo, porque éste comprende numerosas rocas con plagioclasa, anfíbol y piroxena, que presentan caracteres propios, así como grandes diferencias entre sí; diferencias considerables algunas veces, pero siempre ligadas por tránsitos insensibles. Las de Andalucía son más variadas que las de los Pirineos, y además se distinguen por el predominio del mineral piroxénico, mientras que las del norte de España y del mediodía de Francia se transforman, por regla general, en verdaderas dioritas.

Las ofitas son rocas tenaces, compactas y de gran densidad (entre 2'8 y 3), de color verde obscuro ó negro, magnéticas y fusibles al soplete, aun cuando con dificultad, produciendo un vidrio negro.

El Sr. Mac Pherson divide las ofitas de la provincia de Cádiz en tres grupos (1): *ofitas compactas,* que contienen plagioclasa, con frecuencia dispuesta en grupos estrellados, granos de piroxena, transformados en parte en anfíbol y en clorita, envueltos en una pasta verdosa, ó granillos de hierro magnético y de piroxena, y microlitos de feldespato; *ofitas semicristalinas,* y *ofitas cristalinas* negruzcas: estos grupos, que son los que forman la mayor parte de los asomos, no muestran vestigios de materia amorfa. Á la última de esas categorías, ó más antigua, puede referirse la de las ofitas cristalinas verdes, que se deben á la descomposición de las ofitas negruzcas y con-

(1) *Sobre las rocas eruptivas de la provincia de Cádiz y de su semejanza con las ofitas del Pirineo.—An. de la Soc. esp. de Hist. nat.*, tomo V, 1876.

tienen augita, con frecuencia dialágica y transformada en anfibol y en clorita. Hay, en fin, otro grupo más raro, constituído por variedades de densidad menor, color verde sucio y una estructura francamente cristalina.

No reproduciré las interesantes observaciones del Sr. Mac Pherson sobre la petrografía microscópica de las ofitas, ni me ocuparé en describir las variedades especiales que he encontrado en yacimientos aislados. Son tan numerosas que el que examinase aisladamente ejemplares de los extremos de la serie no podría imaginarse que pertenecen á la misma familia petrográfica. Pero esas variedades tan diversas se encuentran muchas veces con los mismos caracteres geológicos en las provincias de Cádiz, Sevilla, Málaga y Granada, donde hay siempre los mismos tránsitos intermedios, desde los ejemplares más típicos.

Pero si por una parte puede determinarse el grupo por esas formas de tránsito y por los caracteres de yacimiento y de descomposición, el conjunto de esta familia es difícil de clasificar entre las que la petrografía ha definido bien, porque hay variedades que se aproximan á las diabasas; otras á los basaltos y melafiros, á pesar de la ausencia del olivino, y otras á las porfiritas augíticas.

En algunos asomos, si bien la roca se presenta con los mismos caracteres de yacimiento y en las mismas circunstancias que las otras ofitas ya mencionadas, considerada petrográficamente pertenece á familias diversas. El Sr. Mac Pherson ha visto en la provincia de Cádiz y en la isla de Formentera (1) que son verdaderas andesitas piroxénicas. Yo he recogido en la orilla misma de la laguna de Fuente Piedra una roca más curiosa aún, que debería considerarse en sus relaciones estratigráficas como una porfirita enstatífera. Se compone de una masa fundamental de plagioclasa, en la que están empotrados fragmentos cristalinos de bastita, procedente de un piroxeno rómbico y de otros productos accesorios, como hierro titanado, rutilo y apatita.

Las ofitas se encuentran en masas poco extensas de forma circular, muchas veces en colinas redondeadas, cubiertas desde la base á la cima de fragmentos poliédricos y de diversos tamaños de la misma roca. En la zona señalada en nuestro mapa se conocen más de

(1) En el estudio de los Sres. Vidal y Molina acerca de esta isla.—Boletín de la Comisión del Mapa geológico, tomo VII, 1880.

400 asomos ofíticos, por cuya razón no me propongo enumerarlos. Sin embargo, la parte más considerable de esa roca debe de permanecer cubierta, y es una prueba de ello el considerable número de estos yacimientos que se encuentran en el fondo de los barrancos ó en los lechos de los arroyos. Dichos asomos se hallan á todas las altitudes, desde el nivel del mar en Puerto Real y Chiclana, hasta á 400 metros en el límite de las provincias de Málaga y Sevilla, y en alturas más considerables aún en la provincia de Granada.

Paso ahora á hacerme cargo de la difícil cuestión del origen de las ofitas de Andalucía, á las cuales pudieran aplicarse las teorías propuestas para las de los Pirineos. No haré un resumen de dichas teorías, que ya M. H. J. Kühn ha expuesto en un interesante trabajo de conjunto (1): me limitaré á decir que difieren en la explicación del proceso de la formación de dichas rocas y en la edad que les asignan. Mientras que unos consideran la ofita como una roca eruptiva, otros ven en ella un producto metamórfico de elementos procedentes de rocas más antiguas. Una escuela, á cuya cabeza se halla M. Hébert, supone que dichas rocas son triásicas y han sufrido un levantamiento anormal; otra, mucho más numerosa, sostiene que esas rocas son más modernas, y considera las epigénicas que las acompañan como productos metamórficos debidos á su erupción. Como esta teoría concuerda con las ideas que han dominado en la ciencia geológica, durante el presente siglo, acerca de la intervención del fuego central en los fenómenos que se llaman colectivamente volcánicos, se ha recibido con demasiada facilidad sin examinarla con la atención debida.

Los Sres. Fouqué y Michel-Lévy, adhiriéndose al partido vulcanista sobre el origen de las ofitas, se han colocado, sin embargo, en un nuevo punto de vista (2). Se han esforzado en probar que las ofitas son verdaderas rocas volcánicas, es decir asociaciones de individuos cristalinos desarrollados á expensas de una pasta en fusión procedente del interior del globo; pero en tanto que las lavas actuales se han consolidado al aire libre sin presión, y se han enfriado rápidamente, las condiciones contrarias son las que se han reunido para la consolidación de las ofitas. La demostración se funda en investigaciones sintéticas, de las cuales no haré sino un breve resumen.

(1) *Unter suchung über pirenæische ophite*: Berlín, 1880.
(2) *Comptes rendus*, tomo XCII, 1883.

Sabido es que estos hábiles experimentadores han producido rocas volcánicas sirviéndose de una mezcla de sílice, alúmina, cal, óxido de hierro, potasa y sosa, etc., según la composición de los minerales que producen cada especie petrográfica. Se introducen esas mezclas en un crisol; se transforman al blanco más vivo en un vidrio homogéneo, y tan luego como se ha operado la fusión de los elementos químicos, se baja la temperatura y los cristales se aislan por orden de fusibilidad. Para reproducir el tipo ofítico ha sido preciso hacer cristalizar la augita durante un período muy distinto del que se necesitaría para producir el feldespato, dando además á la primera tiempo suficiente para verificarlo en superficies dilatadas.

Este experimento, muy interesante sin duda, no prueba en rigor sino la posibilidad de obtener rocas ofíticas en dichas condiciones; pero no que la naturaleza no haya podido alcanzar el mismo resultado por otros medios, y lo que de ninguna manera puede deducirse de semejantes investigaciones es la procedencia endosférica de dichas rocas.

Si las ofitas se produjeron por la ascensión de una pasta que procedía de las profundidades del globo, ¿cómo explicar que no se encuentre nunca la menor huella de un canal de erupción? Por el contrario, cada masa de ofita es una verdadera bola más ó menos deformada que yace entre substancias arcillosas ó margosas y cuyo aspecto no tiene ninguna semejanza con el de las deyecciones volcánicas. La primera vez que tuve ocasión de recorrer la zona ofítica en la provincia de Cádiz, después de haber permanecido largo tiempo en las islas Canarias, y, por consiguiente, bajo la impresión de una de las comarcas en que las manifestaciones volcánicas ofrecen mayor variedad, no me daba cuenta de cómo se habían podido comparar con éstas los fenómenos llamados ofíticos, así como las rocas que los acompañan, porque la naturaleza diferente de estas dos especies de manifestaciones geológicas salta inmediatamente á la vista.

Los Sres. Virlet d'Aoust [1] y Dieulafait [2] han sostenido una opinión diferente sobre el origen de las ofitas: suponen que estas rocas se depositaron químicamente en frío, en mares donde se acumulaban restos procedentes de las rocas primordiales, es decir que tenían una procedencia sedimentaria y no plutónica. Encuentran una

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2.ª serie, tomo XXII.
(2) *Sur les roches ophitiques des Pyrénées.—Comptes rendus*, 1882.

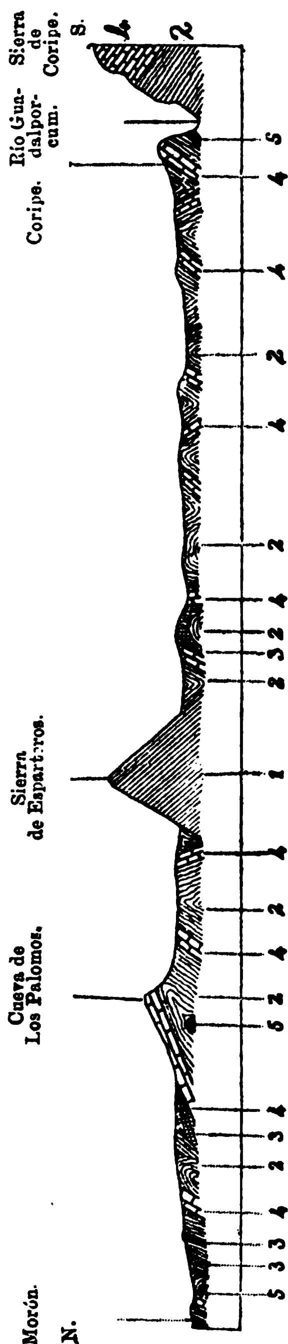
confirmación importante de su manera de ver en la circunstancia de que las ofitas de los Pirineos se hallan muchas veces intercaladas, más bien que en forma de verdaderos diques, y además en la existencia de tránsitos á las rocas normales; tránsitos verdaderamente insensibles en varias ocasiones. Opino absolutamente como los señores Virlet d'Aoust y Dieulafait, en cuanto á distinguir las ofitas de los fenómenos epigénicos de los terrenos en que yacen; pero en lo concerniente al origen sedimentario y metamórfico de dichas rocas, explicado por los detritus de otras anteriores, creo que es una suposición insostenible desde que el microscopio ha descubierto en ellas una composición y una estructura completamente distinta de las de las rocas clásticas.

En mi concepto, la única teoría sobre el origen de las ofitas que da cuenta del conjunto de circunstancias de su yacimiento y de su constitución, no se ha dado aún, que yo sepa, y es: que las ofitas no son sino el producto extremo de una metamorfosis con cristalización de las rocas arcillosas impregnadas de diversos elementos; metamorfosis producida por la acción de los esfuerzos orogénicos.

La relación entre las apariciones ofíticas y los grandes movimientos que han experimentado los terrenos entre los cuales yacen dichas rocas, es conocida de todos los geólogos que desde hace muchos años han estudiado estas cuestiones; pero, tomando el efecto por la causa, han creído ver en los Pirineos materias ígneas lanzadas del interior del globo, que á su salida trastornaron los estratos y produjeron toda clase de transformaciones químicas. M. Leymerie, por ejemplo, al dar á conocer diversos asomos de granito y de rocas paleozóicas en medio de los terrenos secundarios y en conexión con las masas de ofita [1], considera esta roca como el principal agente del levantamiento; pero M. Choffat [2] cree que las plegaduras podrían referirse á un empuje lateral que hubiera determinado la desaparición de algunos estratos y la salida de las rocas ofíticas.

La manera como estas rocas se presentan en la región andaluza suministra la mejor prueba de la relación que existe entre su modo de formarse y los grandes movimientos del suelo, que han reducido la primitiva extensión de la misma región desde la época post-miocena. La observación de los innumerables pliegues de esa comarca per-

(1) *Descrip. géol. et paléontol. des Pyrénées de la Haute-Garonne*, pág. 665.
(2) *Oper. cit.*, pág. 288.



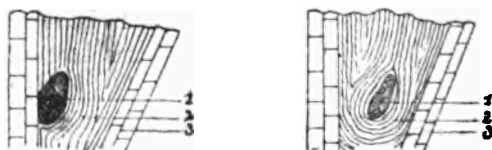
Corte del terreno epigónico en la sierra de Coripe.

8, Ofitas.—4, Caliza numulítica, transformada á veces en dolomía ó en yeso.—3, Formación diatomácea (Moronita).—2, Margas abigarradas y yeso, con intercalación de algunas capas de areniscas y de calizas.—1, Caliza jurásica.

mite formular, como ley general, que son el resultado de un empuje lateral actuando sobre capas flexibles aprisionadas entre macizos resistentes: si las presiones han sido capaces de hacer buzar las capas de 60 á 70°, entonces se han producido rocas ofíticas en los lugares donde la plegadura ha sido mayor. El corte aquí estampado, que representa la estructura del terreno eoceno epigénico de Morón, que hemos estudiado Don Manuel Paul y yo, y otros varios que acompañan la Memoria del Sr. Mac Pherson acerca de la provincia de Cádiz, dan una idea de la disposición dominante en estos terrenos.

Ya he hecho notar más atrás que en ninguna parte se encuentran fenómenos de contacto que revelen la influencia de antiguas materias fundidas, ni canales de erupción; la roca tampoco ha roto las capas para salir á la superficie: por lo general yace en la parte baja de los pliegues, y á lo sumo ha aprovechado para asomar á la superficie soluciones de continuidad ya existentes en los estratos que la comprenden. Las figuras que van á la vuelta representan la disposición más general en que las ofitas se muestran, tal cual yo me la imagino teóricamente.

Es frecuente que la roca cristalina haya adquirido después de consolidada una posición nueva, á consecuencia de empujes que haya sufrido, y así, por ejemplo, sucede en los valles tifónicos de Portu-



gal descritos por M. Choffat. Otras veces la denudación ha barrido las capas que envolvían el núcleo ofítico, y éste, más resistente que ellas, ha quedado en forma de colinas aisladas. He visto algunas de esas ofitas en el norte de España, y sobre todo en Andalucía, donde presentan algunas veces un aspecto que, por asemejarse groseramente al volcánico, ha podido engañar á los primeros observadores que han hablado de los cráteres antiguos de Morón y de la provincia de Cádiz. Á mi modo de ver todos esos diversos aspectos de los yacimientos de ofita se deben á acciones posteriores; pero la roca cristalina se formó primitivamente en el fondo de las capas arcillosas y margosas plegadas, donde éstas, impregnadas de las substancias minerales antes mencionadas y de agua, y sometidas á presiones enormes, reunieron condiciones análogas á las que exige la reproducción artificial de la misma roca. Poseían, en efecto, los elementos capaces de suministrar los de los feldespatos y bisilicatos, cuya producción no exige el concurso de una temperatura tan alta como se creía generalmente, y así es que con una muy inferior á la del rojo obscuro es con la que han obtenido los Sres. Friedel y Sawarin la albita, la ortosa y el cuarzo en presencia del agua comprimida, y próximamente á esa temperatura ha producido también M. Hautefeuille diversos bisilicatos en experimentos recientes.

La posibilidad de la transformación de las arcillas y de las margas en verdaderas rocas cristalinas creo yo que es una cuestión muy importante y que debe estudiarse á fondo, porque da cuenta de muchos hechos geológicos obscuros aún. Como el resultado de la descomposición de las ofitas y de otras rocas cristalinas es arcilla, es evidente que un proceso de integración contrario debe ser capaz de regenerar dichas rocas. Bien conocidas son algunas transformaciones análogas en ciertas pizarras, donde á expensas del cimento se desarrollan clorita y sericita en escamas y fibras cristalinas muy pequeñas, las

cuales substancias, avanzando más la metamorfosis, ceden su lugar á hojas de mica. En las mismas rocas esas modificaciones se terminan con el desarrollo de silicatos de alúmina (estaurótida, andalucita), cloritoides y cordierita. En pizarras y arcillas relativamente modernas se han podido comprobar desarrollos cristalinos que provienen del mismo procedimiento evolutivo: M. Lory acaba de demostrar la presencia de cristales microscópicos de ortosa y albita en la mayor parte de las capas triásicas y jurásicas margosas de los alrededores de Grenoble; cristales que se han producido por una vía puramente metamórfica.

Los filones ofíticos de Andalucía y de los Pirineos presentan frecuentes ocasiones de comprobar toda la serie de tránsitos de las rocas arcillosas á la cristalina más característica: ésta forma un núcleo compuesto de capas concéntricas, de las cuales las más externas son las más ligeras y menos transformadas.

Esos tránsitos, así como la arcilla ofítica que separa al núcleo dicho de las capas más ó menos normales que lo rodean, se han atribuido á efectos de descomposición; pero yo he visto en contacto con la ofita, en Morón y otros parajes, unos barros endurecidos, constituídos por un conjunto de cristalillos, perfectamente frescos, por decirlo así, de feldespato y de piroxena y sin el menor producto de alteración, á los cuales barros considero como ofitas en vía de formarse.

No es posible todavía determinar todo el conjunto de circunstancias que se hayan asociado para originar las ofitas; pero es indudable que el esfuerzo orogénico debió de actuar sobre elementos dotados de una composición suficientemente compleja para que en ellos se desarrollasen grandes energías químicas. Esos elementos los suministrarían las margas que se acumulasen en determinados parajes, en virtud del régimen lacustre de que he hablado, después de enriquecidas de materias salinas y orgánicas procedentes del exterior, y de haber sufrido una acción epigénica.

Con esos factores se originarían los volcanes de lodo que produjeron un barro caliente y preparado para transformarse en verdaderas rocas cristalinas, ya en los mismos lugares, ya inyectado entre las capas inmediatas por la presión de los vapores que se originaran.

Esta manera de explicar el origen de las ofitas da cuenta de muchas circunstancias que difícilmente se explicarían por la ascensión de una pasta interna ó por la de grandes lagos de lava subterránea.

Por ejemplo, la falta de uniformidad en la composición y en la estructura de la roca en cada masa de ofita y la repetición de la misma serie de variedades en diferentes masas, es un hecho que prueba que cada una de estas variedades corresponde á diferentes grados de intensidad del agente metamórfico. He tenido ocasión de observar esta circunstancia en mis estudios sobre las ofitas de Morón, de Coripe y de Fuente Piedra, y el Sr. Mac Pherson lo ha comprobado también en varias localidades de la provincia de Cádiz.

La ofita, que aparentemente se encuentra interestratificada entre las capas, ha debido de penetrar en un estado pastoso, como lodo, y transformarse allí después, porque no hay nunca fenómenos de metamorfismo de contacto que prueben la influencia de una alta temperatura. En esta circunstancia han apoyado M. Virlet d'Aoust y M. Dieulafait su teoría del origen sedimentario de las ofitas; pero, á mi modo de ver, es evidente que la roca no se presenta verdaderamente estratificada y que ha sido introducida entre las capas después de la formación de éstas. Á M. Dufrénoy es á quien corresponde la prioridad de la explicación que acabo de presentar, con la cual se daba cuenta de la posición de las ofitas entre las capas cretáceas de los Pirineos, considerándolas como el resultado de su inyección en un estado pastoso, seguido de una concentración en núcleos, á la manera de las ágatas. Esta idea, que pareció extraña en un principio, va haciéndose más satisfactoria cada día, y creo que lo mismo sucederá con la que aquí sostengo, considerando las ofitas como lodos cristalinos.

En el reciente trabajo de nuestro ilustrado colega M. de Launay [1] sobre las porfiritas del Allier, el autor atribuye á estas rocas el mismo origen que yo creía reconocer en las ofitas antes de leer su notable trabajo. Haré observar las circunstancias comunes á ambas rocas que conducen á las mismas conclusiones.

Las porfiritas del Allier, lo mismo que una de las variedades de ofita más comunes en Andalucía, son, por lo general, de grano fino, verdes cuando la fractura es fresca, y transformadas las más veces en un barro amarillento, en el que se distinguen bolas más compactas, formadas por la superposición de zonas concéntricas. Ciertos ejemplares presentan hojas ó láminas aisladas bastante grandes de mica negra, y rara vez cristales de piroxena perceptibles á simple vista.

(1) *Notes sur les porphyrites de l'Allier.—Bull. Soc. géol. de France*, 3.ª serie, tomo XVI.

El autor observa con respecto á estas porfiritas, como lo he hecho yo para las ofitas, que no hay fenómenos de metamorfosis debida al calor en las rocas circundantes. La hulla, en contacto con la porfirita de Commentry, ha experimentado cierta transformación que la ha hecho algo astillosa; pero de todos modos no parece haber estado expuesta á una temperatura muy elevada.

En fin, M. de Launay prueba, como yo también he tratado de hacerlo con respecto á las ofitas de Andalucía, que las porfiritas del Allier se ofrecen en masas demasiado pequeñas para que á ellas pueda atribuirse los levantamientos de las capas de la región en que se encuentran, y que su acción mecánica, si ha existido, no ha podido ser sino estrictamente local. La roca ha encontrado más bien en las fallas, que atraviesan todo el país, una salida fácil.

Hay además otra circunstancia que milita en favor del estado de lodo caliente en que deben de haber sido empujadas al exterior, por la presión del vapor de agua, la porfirita de Commentry y las ofitas de Andalucía: contienen, sobre todo en la parte superior, gran número de oquedades que muestran la presencia del vapor actuando sobre el lodo. Yo he encontrado en Coripe y en Morón ejemplares muy característicos, que forman parte de las colecciones de la Universidad de Sevilla.

Ya he dicho que los volcanes de lodo, que aún se ven representados en la región ofítica de Andalucía, debieron desempeñar en épocas anteriores un papel de extraordinaria importancia. Probablemente esos volcanes no podrían clasificarse exactamente en ninguno de los dos grupos en que los divide el profesor Fuchs [1], porque aun cuando no estuviesen en relación con los de lava, se produjo en ellos una temperatura bastante fuerte, y por otra parte los desprendimientos de vapor de agua, de hidrógeno sulfurado y de ácido carbónico durante la época de los grandes movimientos orogénicos de esta región, debieron luchar por abrirse paso con la resistencia de las capas arcillosas empapadas por las aguas de las lagunas que entonces existían. Cuando la fuerza elástica era bastante poderosa para vencer el obstáculo, ocurría una erupción de lodo caliente y se formaba alrededor un cono de cortas dimensiones; pero en la mayor parte de los casos ese lodo se inyectó en los huecos de las capas, y

(1) *Les volcans et les tremblements de terre*: Paris, 1883, págs. 175 y siguientes.

allí, aprisionado en los pliegues de las mismas, la presión, el calor y demás agentes lo convirtieron en una roca cristalina maciza.

Termino esta reseña con algunas consideraciones acerca de la región ofítica de Andalucía, comparada con las demás análogas de la Península, y de las consecuencias generales que se pueden sacar de todas las observaciones y hechos expuestos.

Si se examina la distribución de las ofitas y de los terrenos epigénicos que las acompañan en España, se ve claramente que constituyen series de fajas estrechas y alargadas alrededor de las mesas centrales y siguiendo la dirección de sus bordes. Las regiones más importantes son las de los Pirineos, en las provincias Vascongadas, en la de Santander y al norte de Barcelona, y los Pirineos de Cataluña, sobre todo en la provincia de Lérida estudiada por el Sr. Vidal [1]; pero se hallan también algunos asomos en la vertiente de Levante, y en mayor extensión en la opuesta, donde esos terrenos epigénicos, penetrados por rocas cristalinas, ocupan la mayor parte del área constituída por los depósitos jurásicos de Portugal. Mientras que esas regiones se extienden alrededor de las grandes mesas centrales de la Península, ninguna manifestación propiamente ofítica se encuentra en el interior de las mesas.

Hay además algunas circunstancias dignas de observación, por la constancia que presentan en todos esos terrenos, á pesar de la gran distancia que los separa, á saber: 1.°, esos terrenos son siempre miembros epigénicos de los secundarios ó terciarios, y sobre todo del trías ó de otros que descansan directa ó indirectamente sobre éste; 2.°, se encuentran invariablemente en regiones trastornadas, y 3.°, no están nunca en relación con verdaderos volcanes [2].

Todo este conjunto de circunstancias conduce á pensar que la interpretación de los hechos geológicos que presentan esas regiones, debe ser general para todas éstas.

Los geólogos conocen hace mucho tiempo las relaciones que exis-

(1) *Sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña.*—BOLETÍN de la Comisión del Mapa geológico, 1878.

(2) En efecto, las regiones de los volcanes terciarios de España están dispuestas, como lo ha demostrado el Sr. Quiroga, en dos líneas: una normal á la gran falla del Ebro, y otra paralela á ésta, llamada por él litoral mediterránea, que se extiende desde la isla de Alborán por el cabo de Gata, las islas Columbretes é Ibiza hasta Olot, en Cataluña. Hay que añadir á estas líneas la litoral oceánica de Portugal.

ten entre los fenómenos eruptivos y los orogénicos, aunque no estén de acuerdo todavía sobre la explicación de sus verdaderas conexiones, ilustrada, sin embargo, en estos últimos tiempos por las apreciaciones introducidas en la ciencia por Suess, Neumayr y Mallet. Recordaré que nuestro ilustrado colega M. Bertrand acaba de demostrar en un estudio de conjunto (1) que cada cadena del continente europeo tiene su *historia eruptiva* especial, su cortejo de rocas cristalinas, cuya extensión geográfica corresponde sobre poco más ó menos á la de los pliegues. Las erupciones más modernas, las de la cadena alpina, son posteriores á los últimos movimientos que ésta ha experimentado. Sus productos son exclusivamente básicos y se distinguen además por su menor extensión y cierta tendencia á surgir por unas mismas bocas.

M. Bertrand supone que estas rocas son porciones de pasta líquida del núcleo central elevada sobre la corteza, de resultas de cada gran movimiento de contracción ó plegadura, y que allí forma, más ó menos profundamente, vastos lagos de silicatos fundidos. No pretendo discutir esas notables disquisiciones teóricas, que por lo demás se aplican principalmente á las grandes masas de rocas macizas; pero en cuanto á lo que á las ofitas se refiere, creo ver más bien la confirmación de la doctrina de M. Lehmann, para quien la transformación parcial en calor del trabajo mecánico consumido durante los períodos de plegadura intensa de las capas ha producido la elaboración de varias rocas eruptivas antes de operar su ascenso á las grietas de la corteza terrestre.

Los fenómenos epigénicos que he mencionado y la producción de las ofitas no son, á mi modo de ver, sino manifestaciones consecutivas del esfuerzo orogénico obrando sobre materiales de una composición muy compleja y capaces de reaccionar unos sobre otros. Á favor de un régimen abundante en aguas, los elementos de las capas del Keuper sometidos al esfuerzo tangencial, han dado lugar, por una parte, á cristalizaciones de sus elementos en los anticlinales, y, por consiguiente, á la formación de las ofitas; y por otra, á su penetración en masa á través de los terrenos superiores por fallas y grietas, de la manera descrita por M. Choffat en los valles tifónicos de Portugal. Las aguas, transportando á distancia en elementos solubles de

(1) *Sur les relations des phenomènes eruptifs avec la formation des montagnes.—Comptes rendus*, 1888.

las capas del Keuper y preparando á sus expensas otras formaciones análogas, han dado lugar á la reproducción de los mismos fenómenos, de los cuales los volcanes de lodo son una manifestación favorecida por la intervención de las substancias orgánicas.

Considerados de ese modo los fenómenos llamados ofíticos, pierde mucha importancia la cuestión tan ampliamente debatida acerca de la época precisa en que aparecieron las ofitas, porque aun cuando éstas se hayan formado principalmente al fin de los terrenos terciarios y al principio de los cuaternarios, cuando la contracción del globo se ha hecho sentir con más fuerza en esa parte del país, los agentes orogénicos han podido originar también, antes ó después de esas épocas, producciones ofíticas aisladas.

Creo que no sería pecar de temerario sacar en conclusión, como ley general, que *cuando un terreno salífero, rico en margas y arcillas, magnesiano y yesoso, se ha hallado sometido á un esfuerzo tangencial, ha debido producir los fenómenos epigénicos llamados ofíticos y dar origen en los anticlinales á verdaderas rocas cristalinas macizas.*

ÍNDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO.

ÍNDICE

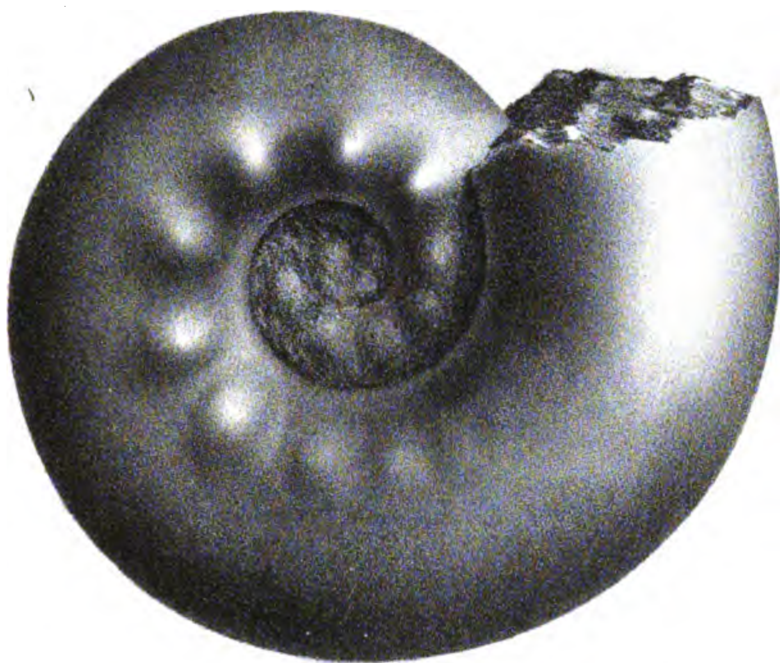
DE LAS LÁMINAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO.

CRETÁCEO SUPERIOR.

Lám. 7.

Ammonites peramplus, Mant.

De un ejemplar del Cenomanense de Fuentetoba (Soria).



1.

2



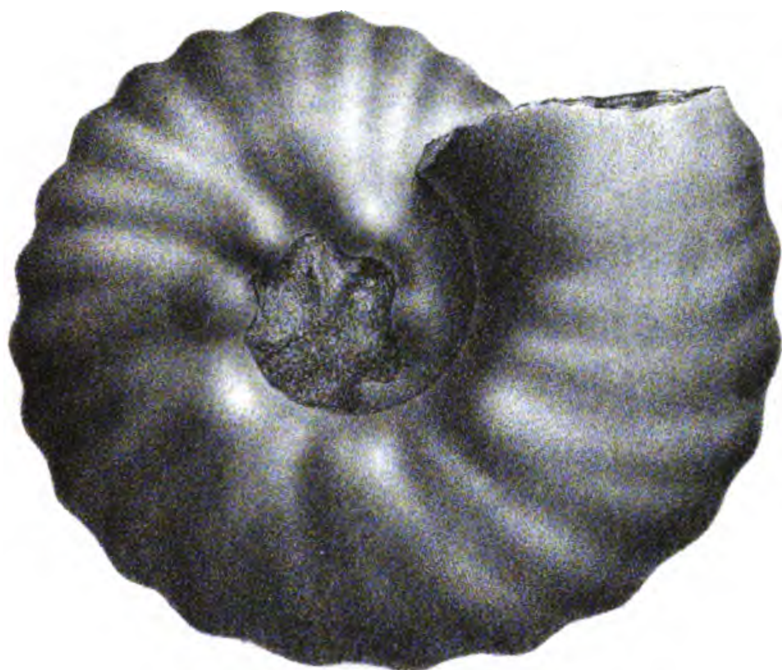
Tersa Madasen dibuj. Lit. de E. L. Arnaiz, S. Pedro 9 y 11.

CRETÁCEO SUPERIOR.

LÁM. 8.

AMMONITES INCONSTANS, Schlüter.

Según un ejemplar procedente del Cenomanense de Fuentetoba (Soria).



1.

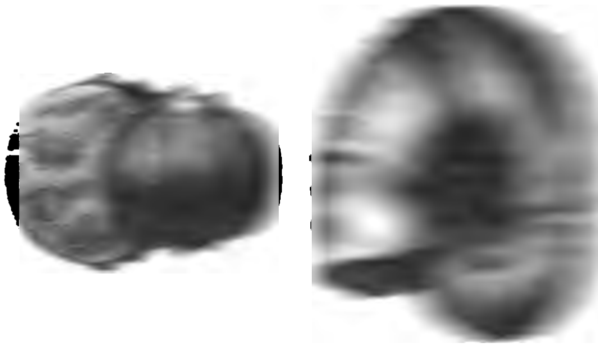


2.

Ferman Martinesi litóg.º [illegible]











·rnaiz. S. Pedro 9 y 11.

CRETÁCEO SUPERIOR.

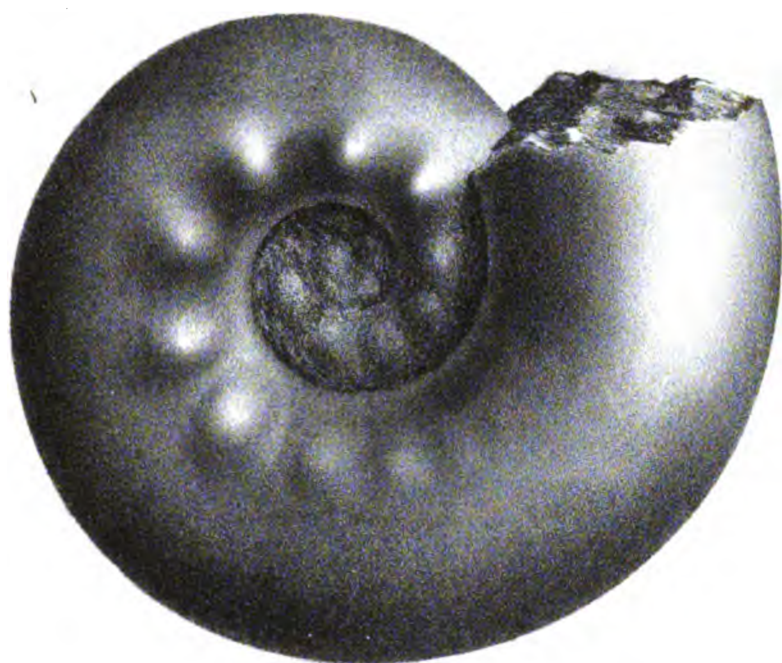
LÁM. 7.

AMMONITES PERAMPLUS, Mant.

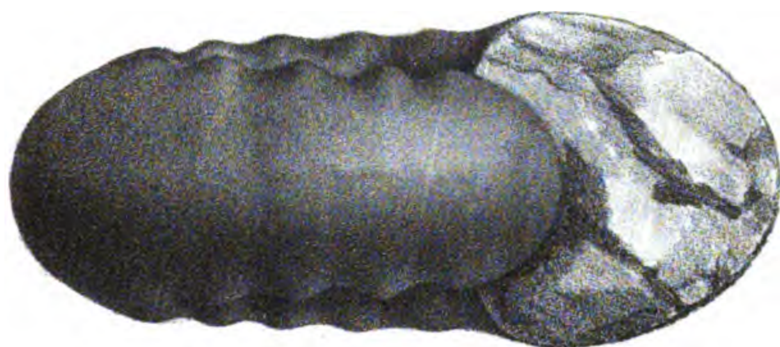
De un ejemplar del Cenomanense de Fuentetoba (Soria).

CRETÁCEO SUPERIOR

1.



2



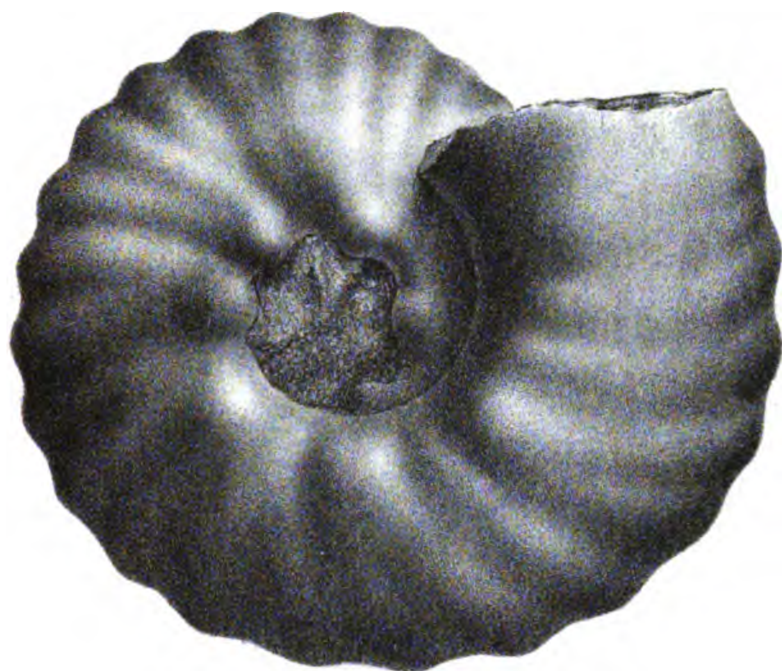
[illegible] Martinez [illegible] Lit. de E. L. Arnaiz, S. Pedro 9 y 11.

CRETÁCEO SUPERIOR.

LÁM. 8.

AMMONITES INCONSTANS, Schlüter.

Según un ejemplar procedente del Cenomanense de Fuentetoba (Soria).



1.

2.



CRETÁCEO SUPERIOR.

LÁM. 9.

Figs.

1 y 2 Ammonites Almeræ, nov. sp., segun un ejemplar del Cenomanense de Rebollar (Burgos).

3 y 4 Ammonites peramplus, Mant. Individuo joven.

1.



3.



4.



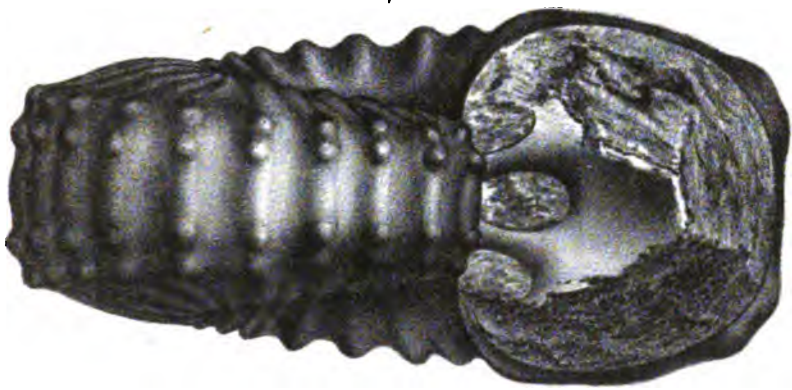
2



Teresa Madasoú. litóg.°

Lit. de E. L. Arnaiz, S. Pedro 9 y 11.

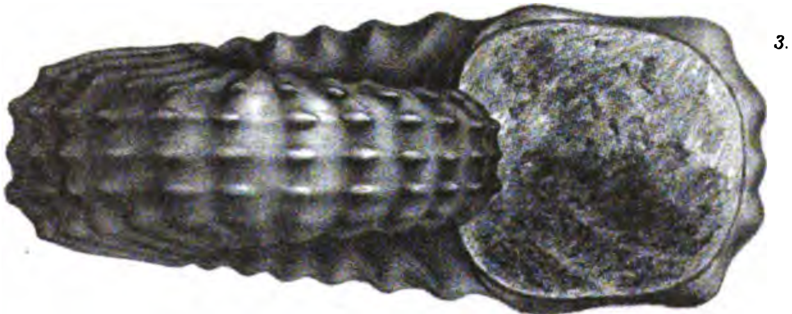
1



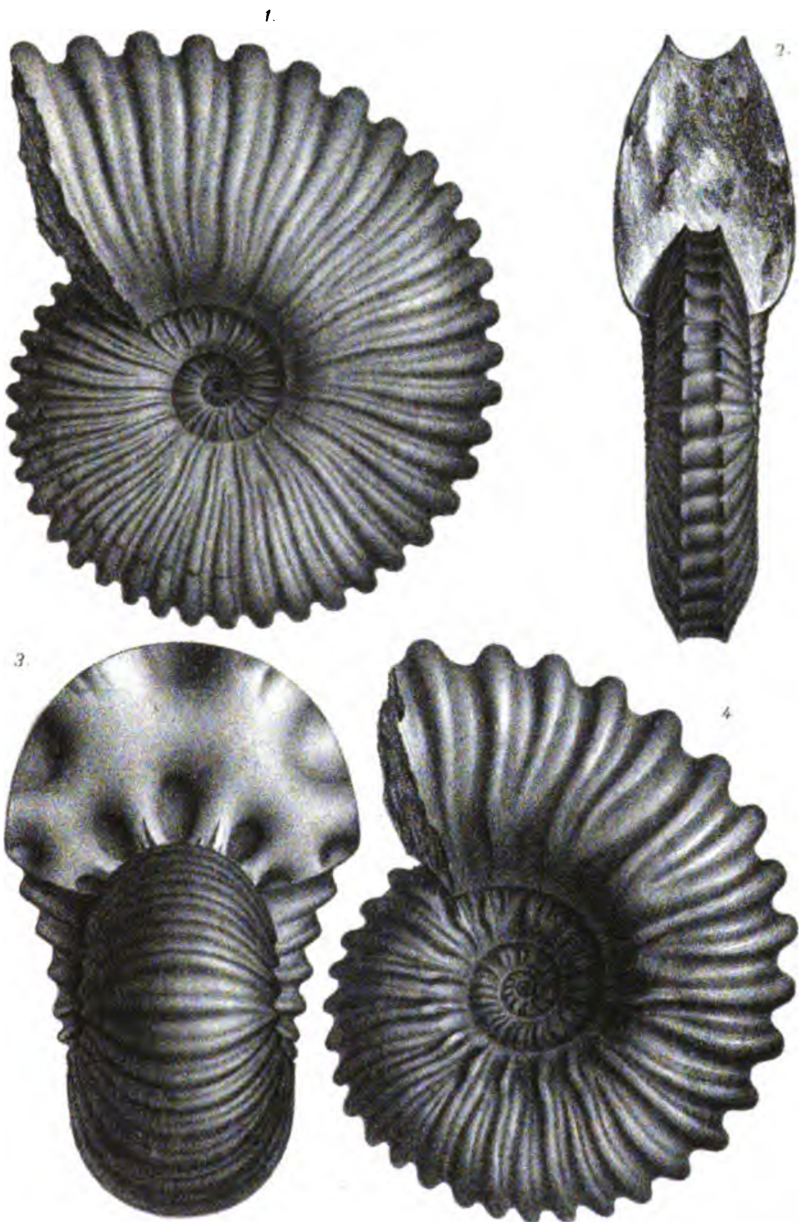


2

3.



Teresa Madasen litog.º Lit. de F. L. Arnaiz. S. Pedro 9 y 11.



Lit. de F. L. Arnaiz, S. Pedro 9 y 11

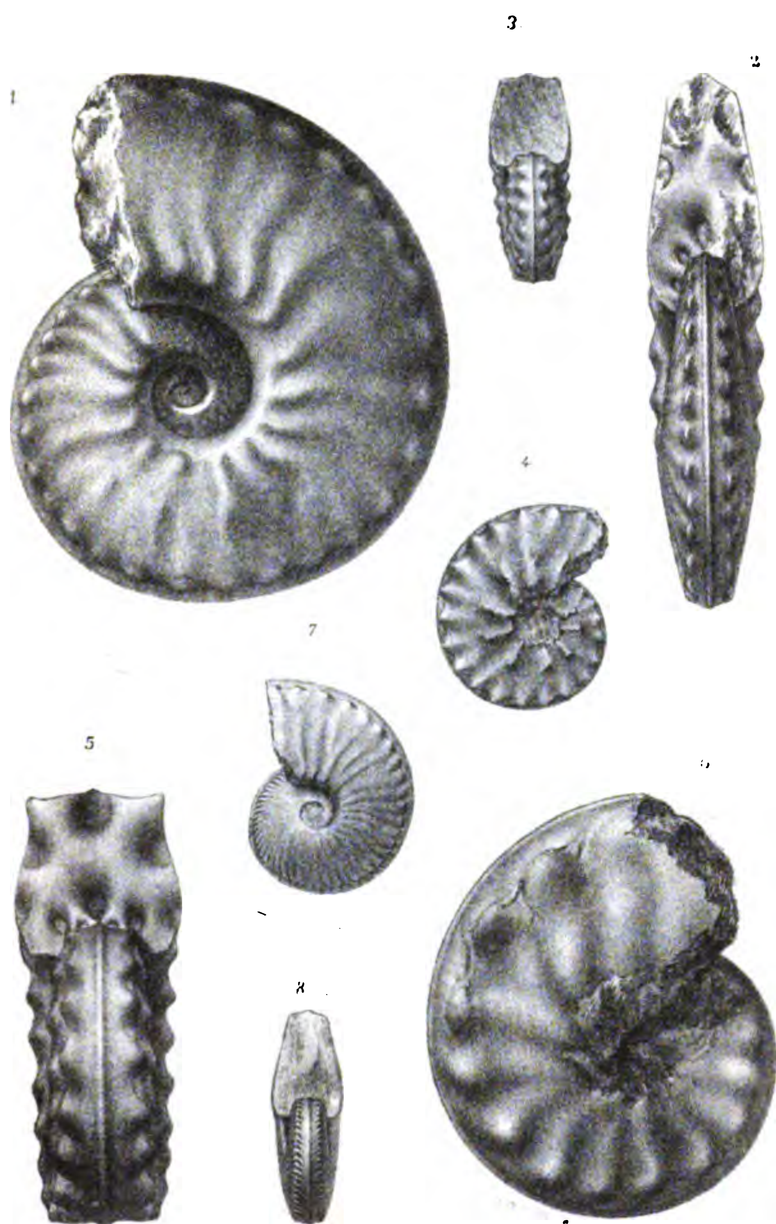
CRETÁCEO SUPERIOR.

Lám. 12.

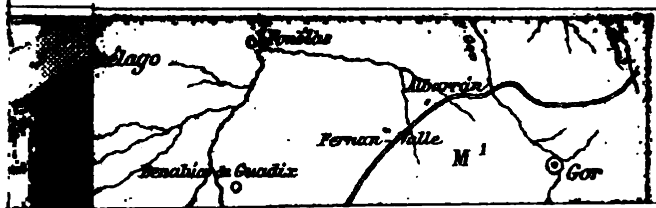
Figs.

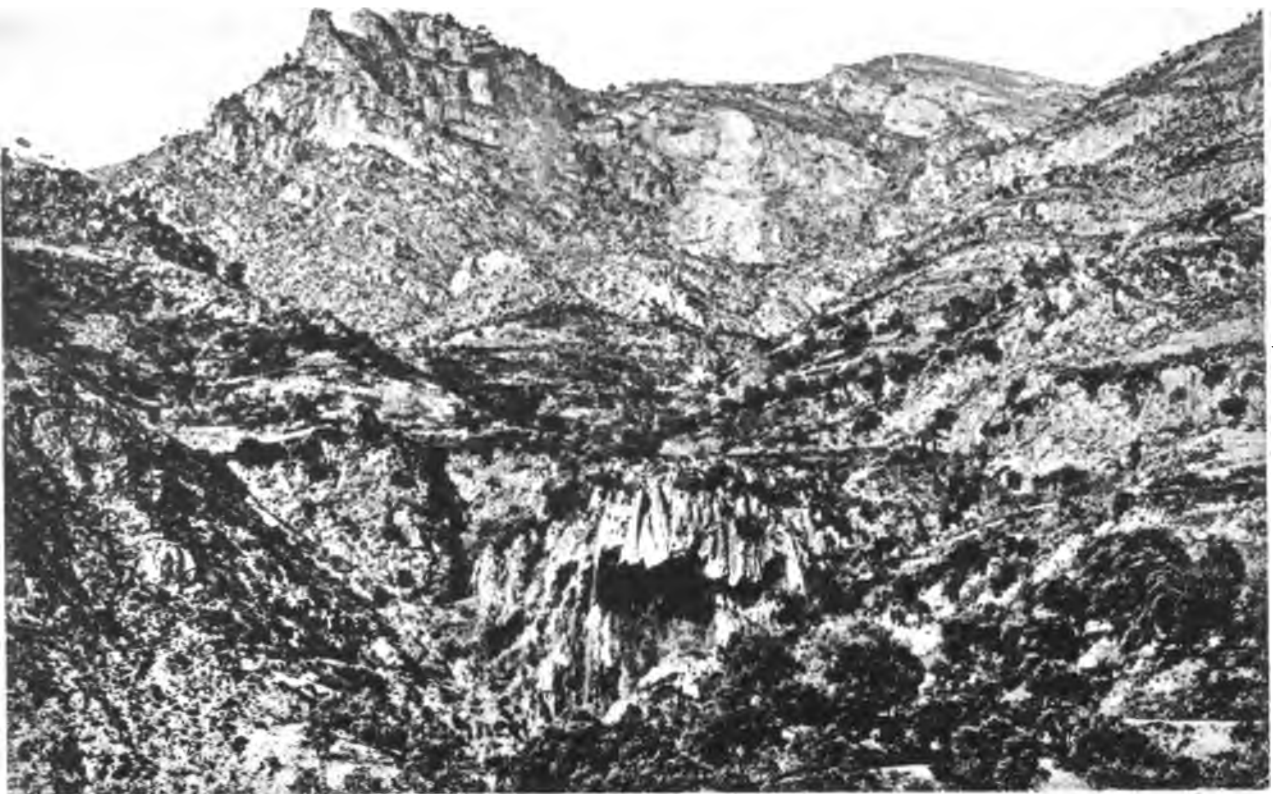
1 y 2 Ammonites varians, Sow.

3 á 8 Variedades de la misma especie.


3
2
1
4
7
5
6
8

Tomo XVII Lám. A.





SIERRA ALMIJARA
Region de la Ermita.

Lámina J.

Fig. 1.—PIZARRA CON CLORITOIDE.

Motril.

Aumento, 24 diámetros.—Luz polarizada.—Un solo nícol con la sección principal vertical.

Esta roca se encuentra interestratificada en las pizarras con sericita de las Alpujarras.

Cuarzo (1), Turmalina (24), Hierro oxidulado (29), Hierro oligisto (30), Rutilo (50), Cloritoide (51).

Fig. 2.—MICACITA CON ANDALUCITA Y ESTAURÓTIDA.

Rambla de la Mamola.

Aumento, 24 diámetros.—Luz polarizada.—Un solo nícol con la sección principal vertical.

Esta roca cristalofídica, de origen metamórfico, constituye la mayor parte de la Sierra Nevada.

Cuarzo (1), Sericita (2), Mica negra (19), Granate (25), Hierro titanado (31), Andalucita (41), Estaurótida (43).

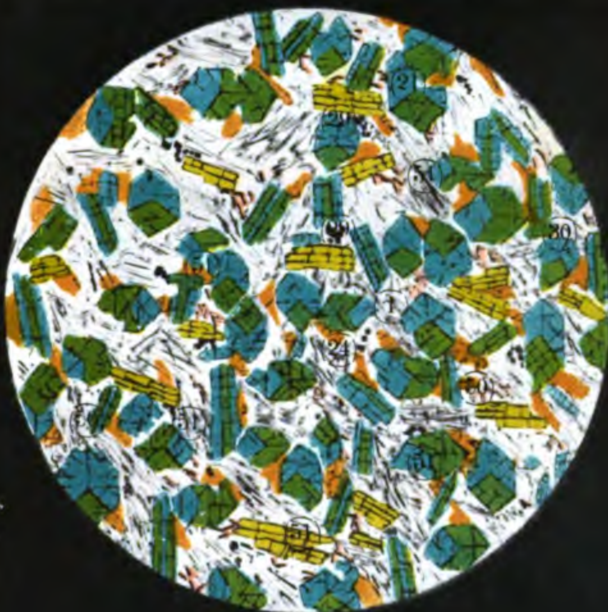


Fig. 1



Fig. 2

LÁMINA K.

Fig. 1.—ANFIBOLITA CON ANFIBOL SODÍFERO.

Río de Lanjarón.

Aumento, 24 diámetros.—Luz polarizada.—Nicoles cruzados.

Esta roca estratiforme se presenta entre las micacitas primitivas.

Mica blanca (2), Esfena (14), Anfibol sodífero (21), Hematites (30), Epidota (35), Rutilo (50).

Fig. 2.—CALIZA CON DIALAGA.

Jatar.

Aumento, 24 diámetros.—Luz polarizada.—Nicoles cruzados.

Esta roca forma un banco entre las dolomías intercaladas en el gneis de las cercanías de Jatar.

Calcita y dolomía (49), Dialaga (20), Actinota (21), Hierro oligisto (30), Epidota (35).

Fig. 1

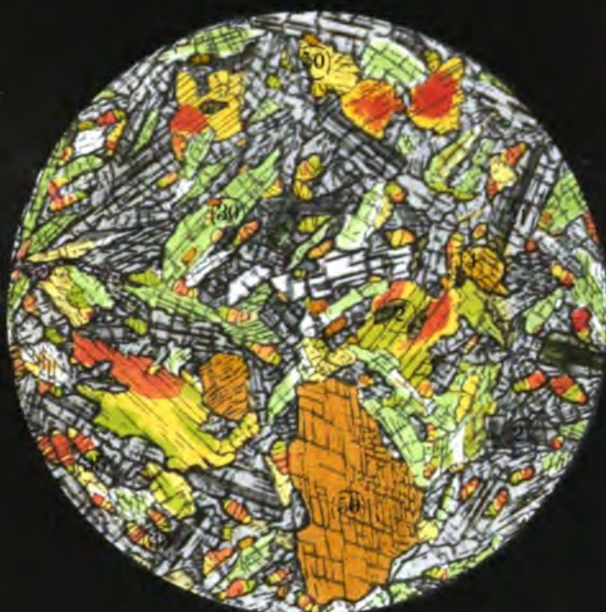


Fig. 2

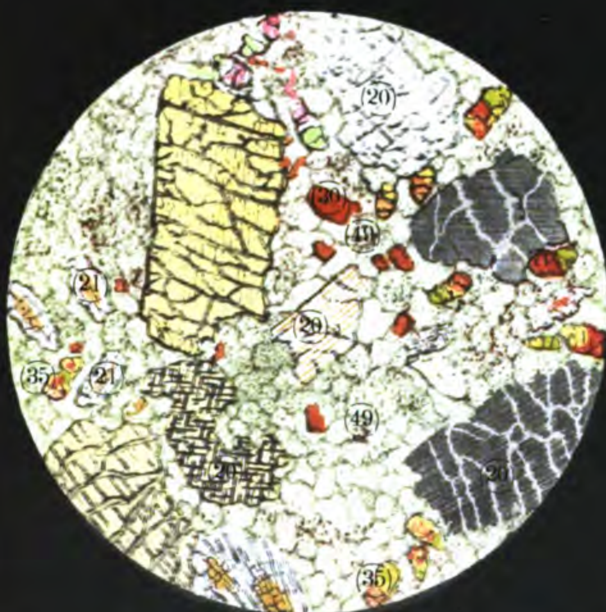


LÁMINA L.

Fig. 1.—NORITA ANÓRTICA DE PERIDOTO, TRANSITO A LA SERPENTINA.

Collado de la Mujer, entre la Sepultura y Tolox.

Aumento, 24 diámetros.—Luz polarizada.—Nícoles cruzados.

Esta roca forma parte de un gran filón de noritas, lherzolitas y serpentinas.

I.—Espinela, picotita (27).

II.—Peridoto (23), transformado parcialmente en serpentina. Anortita (8), rodeada y penetrada por vetillas de clorita. Piroxena (20), transformada parcialmente en serpentina. Broncita (32), transformada parcialmente en talco y en bastita.

Fig. 2.—GNEIS CON CORDIERITA.

Junta de los caminos de Istán á Monda y á Tolox.

Aumento, 24 diámetros.—Luz polarizada.—Nícoles cruzados.

Esta roca forma una serie de asomos entre Benalmádena, Marbella é Istán.

Mica negra (19), Cordierita con sillimanita (15), Oligoclasa (6), Ortosa (3), Cuarzo (1).

Fig. 1



Fig. 2



Lámina M.

Fig. 1.—DOLOMÍA METAMÓRFICA.

Llanos de Juanaz, entre Ojén é Istán.

Aumento, 24 diámetros.—Luz polarizada.—Nícoles cruzados.

Esta roca se presenta en un banco en medio de las masas de dolomía intercaladas en los gneis de Ronda.

Esfena (14), Pargasita con cristalitos de rutilo (21), Humita (53), Pleonasta (27).

Fig. 2.—DOLOMÍA METAMÓRFICA.

Llanos de Juanaz, entre Ojén é Istán.

Aumento, 24 diámetros.—Luz polarizada.—Nícoles cruzados en la mitad superior de la figura.—Un solo nícol con la sección principal vertical en la parte inferior de la figura.

Dolomía (49), Rutilo (50), Pargasita (21), Humita (53) y Clinohumita (53), Pleonasta (27).



Fig. 1

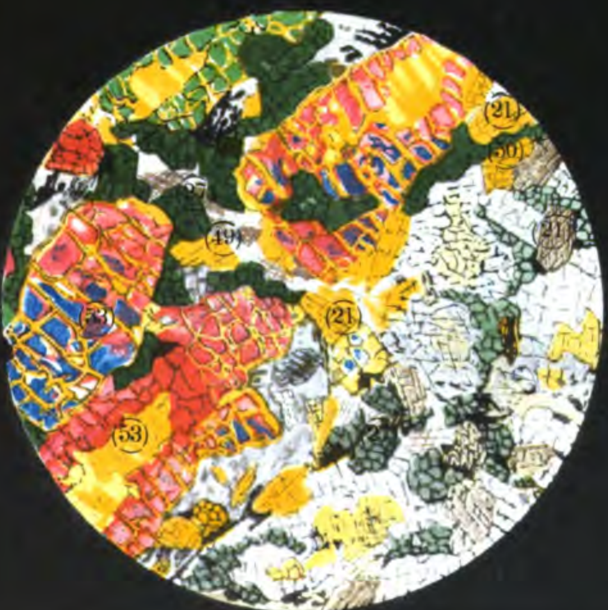


Fig. 2

LÁMINA N.

Fig. 1.—NORITA ANÓRTICA CON PERIDOTO.

Los Peñones, orilla derecha del Alfaguara, cerca de Tolox.

Aumento, 24 diámetros.—Luz polarizada.—Nicoles cruzados.

Esta roca se presenta en grandes filones eruptivos que cortan todos los terrenos, por lo menos desde el cambriano.

I.—Espinela, pleonasta (27).

II.—Peridoto (23). Anortita (8), Dialaga (20) en maclas con enstea-tita (32), Broncita (22h).

Fig. 2.—ANFIBOLITA.

Entre Almuñécar y Nerja.

Aumento, 24 diámetros.—Luz polarizada.—Nicoles cruzados en la mitad superior de la figura.—Un nicol solo con la sección principal horizontal en la mitad inferior de la figura.

Roca estratiforme intercalada entre las micacitas metalíferas.

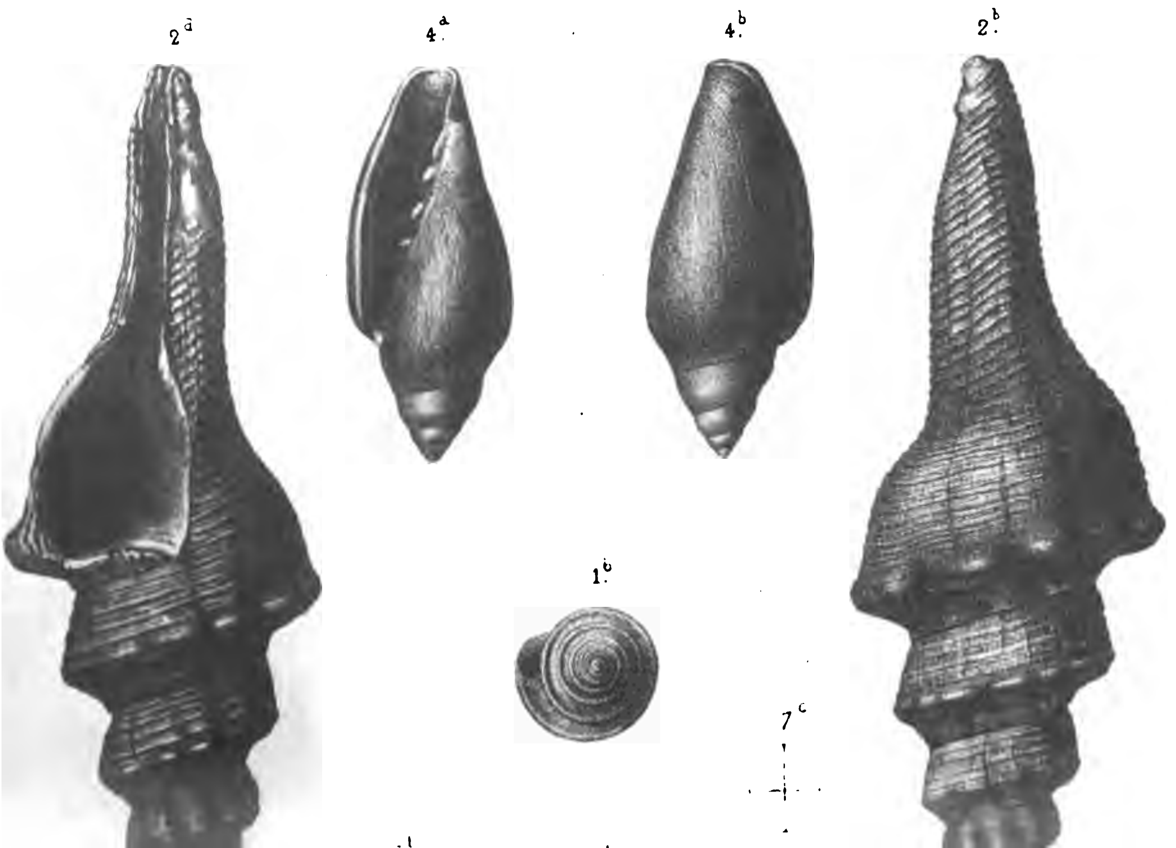
Epidota (35), Turmalina (24), Anfibol (21), Cristalillos de mica (19) mezclados con hierro oxidulado (29) y rodeando el anfibol, Cuarzo (1), Muscovita (2).

Fig. 1

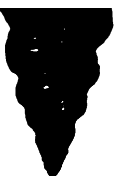


Fig. 2




2.ª
4.ª
4.b
2.b
1.b
7.c

1ª







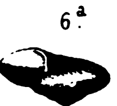




5ª



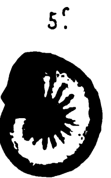
6ª



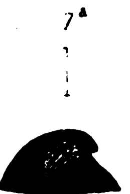
5ᵇ



5ᶜ



7ª



6ᵇ



6ᶜ



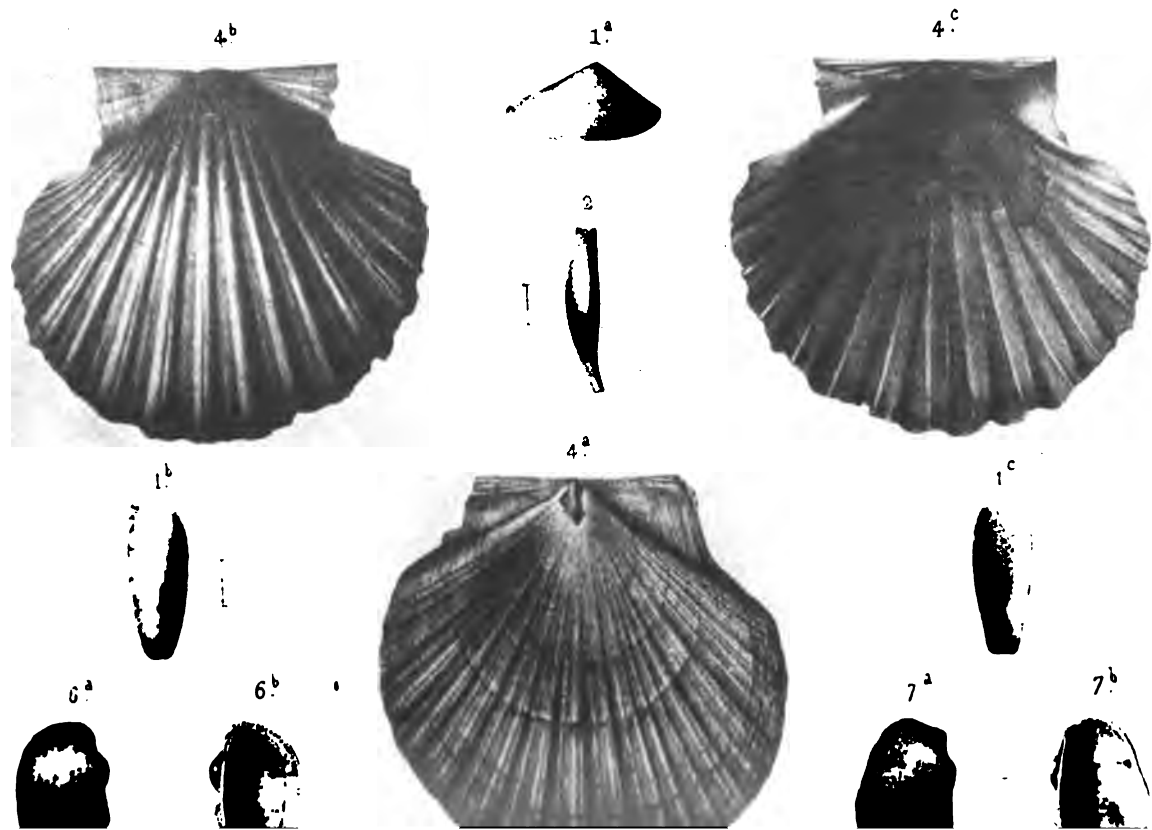


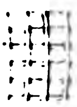
3ª

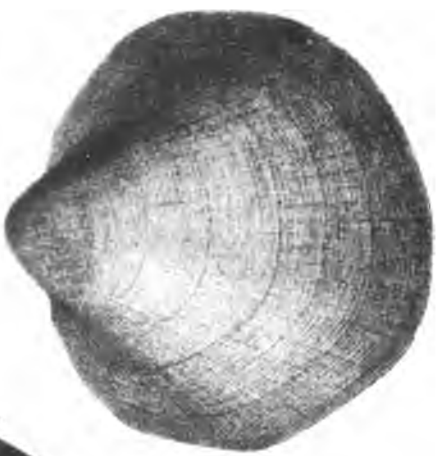
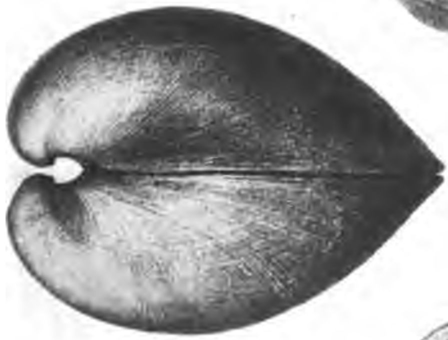


3ᵇ




4.b
1.a
4.c
2
4.a
1.b
1.c
6.a
6.b
7.a
7.b






LÁM. Q.







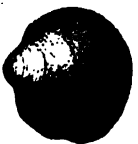


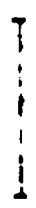








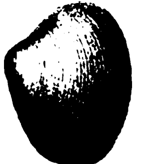
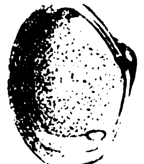
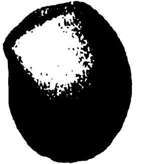
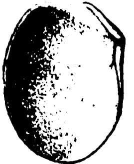




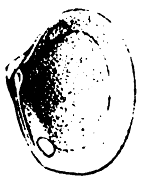






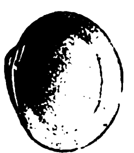
9.d



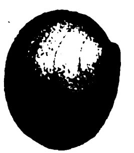
9.c



7.b



7.a



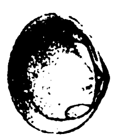
5.a



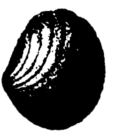

5.b



10.b




10.a



Nº 821719

Spain. Instituto
Geologico y Minero.
Boletín.

QE283
A2
v.17

